

基于视觉障碍人群需求分析的生活性街道无障碍环境评价 ——以哈尔滨历史城区为例

戴铜^{1,2}, 陈心朗³, 陈璐露^{1,2*}, 王春琦^{1,2}

1. 哈尔滨工业大学建筑与设计学院, 哈尔滨 150006
2. 自然资源部寒地国土空间规划与生态保护修复重点实验室, 哈尔滨 150006
3. 福建省城乡规划设计研究院, 福州 350003

摘要 以视障人群的出行需求为切入点, 以出行必经的城市生活性街道无障碍环境为研究对象。首先选取 18 位视障人群进行半结构化访谈, 同时通过开源数据与实地调研获取研究区域的建成环境数据; 其次基于扎根理论, 将视障人群出行意愿的强烈程度与出行需求进行关联, 即“可以出行”对应安全性、“方便出行”对应便捷性、“乐意出行”对应舒适性, 从安全性、便捷性及舒适性 3 个维度建构生活性街道无障碍环境评价体系; 最后以哈尔滨历史城区道里片区生活性街道为实证对象, 对街道无障碍环境进行评价, 总结其问题与空间特征, 以此提出视障人群的街道无障碍设施类型多样化空间优化策略。

关键词 视觉障碍人群; 生活性街道; 扎根理论; 无障碍环境评价; 哈尔滨历史城区

近年来国际上对残障人群的关注度不断提升, 2015 年联合国大会通过的《2030 年可持续发展议程》^[1]和 2016 年联合国住房和城市可持续发展大会通过的《新城市议程》^[2]均关注到了残障人群的权利

和需求。2021 年“十四五”规划提出“加强残疾人服务设施和综合服务能力建设, 完善无障碍环境建设和维护政策体系, 支持困难残疾人家庭无障碍设施改造”的基本任务, 将加强无障碍环境建设提升

收稿日期: 2023-09-25; 修回日期: 2024-04-28

基金项目: 黑龙江省高等学校智库(省双创智库)开放课题(ZKKF2022187); 哈工大研究生教育教学改革研究项目(22HX0602); 黑龙江省哲学社会科学研究规划项目(22GLC275); 黑龙江省自然科学基金联合引导项目(LH2023E050); 黑龙江省博士面上项目(LBH-Z22158)

作者简介: 戴铜, 副教授, 研究方向为城市更新与城市设计、特色空间塑造与空间治理等, 电子信箱: daijianhit@hit.edu.cn; 陈璐露(通信作者), 副教授, 研究方向为城市设计与更新、空间形态更新设计等, 电子信箱: chenlulu@hit.edu.cn

引用格式: 戴铜, 陈心朗, 陈璐露, 等. 基于视觉障碍人群需求分析的生活性街道无障碍环境评价——以哈尔滨历史城区为例[J]. 科技导报, 2024, 42(17): 130-143; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2023.09.01450

至国家需求层面^[9]。2023年出台的《中华人民共和国无障碍环境建设法》使残障人群、老年人等弱势群体的基本权利提升至立法层面。

第七次全国人口普查数据显示,中国视障人口数量约1731万人。由于人口老龄化和慢性疾病等动因,视障人口数量持续增长^[4],每年增长约45万人^[5]。视障人群的无障碍环境建设需求越来越大,而《2017年百城无障碍设施调查体验报告》中显示,中国无障碍设施的总体普及率约为40.6%,适应视觉障碍人群出行辅助需求的无障碍设施中,普及率最高的盲道仅为26.3%。

1974年,联合国残疾人生活环境专家会议提出“无障碍设计(Barrier-free design)”一词,“无障碍(Barrier-free)”与“有障碍”相对,其适用人群称为障碍人群^[6]。视觉障碍人群(简称视障人群)是众多障碍人群中的一类。视觉障碍在医学上主要指中心视力降低,双眼不同程度视力损失或视野缩小,世卫组织根据视觉功能划分为视敏度与视野损伤度,按其损失度划分为盲症和视力损伤两类。依据视觉能力强弱,视障人群类型包含:盲症人群、低视力者及视觉受限人群。前两类为传统语境下的视障人群,第三类包含视觉存在局部问题的色觉异常者、视力衰退的老年人、视觉发育未完善的儿童以及某些情境下短期视觉受限的“健全者”(图1)。

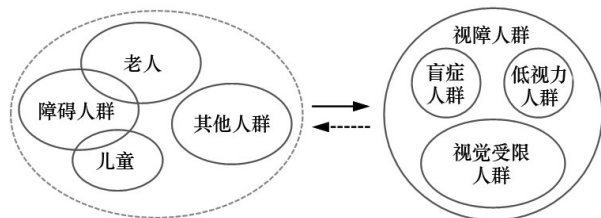


图1 残障人群及视觉障碍人群涵盖范围

国际上对视障人群所需的无障碍环境研究多集中于研究视障人群的听觉、触觉等其他感官的补偿机制,以此辅助视障人群借助于身体的其他感官感知与了解环境^[7]。国外学者在此方面的研究中,对触觉铺装^[8]、照明水平^[9,10]、坡道和台阶^[11]、声学设备^[12-13]、标志性建筑物和各类连续标记^[14]以及体育健身设施^[15]等方向的研究均取得了一定进展,尤其随着电子信息技术发展,视障人群户外导航系统和

智能辅助设备结合环境识别与认知^[16],在无障碍线路辅助视障人群寻路^[17]方面研究进展迅速。研究发现多感官环境体验对视障人群活动参与具有重要影响^[18],特别是良好的多感官环境能够有效支持视障人群的寻路活动^[19]。

国内学者多关注于住宅^[4]、医疗建筑^[20]、特殊学校^[21]、公园绿地^[22]等民用建筑及边界明确空间内的无障碍环境建设,近几年对于对视障人群的出行需求和环境进行了一定探索^[23-24]。但是,由于当前仍存在以“盲人”涵盖全部视障人群的认识误区,导致我国较多城市环境中对视障人群所需的无障碍设施仍集中于盲道建设,对其他相关设施的研究与建设仍需拓展。

生活性街道是住区连接城市其他功能区的主要路径,是视障人群日常参与社会生活最直接的公共空间。目前城市街道环境中考虑视障人群出行需求的无障碍设施多为盲道,但除此之外还应该包括语音信号灯、缘石坡道、醒目的标识等,用于补充视障人群的触觉、听觉及低视力补偿^[25]。然而,当前我国大多数城市生活性街道的无障碍环境建设仍存在不足^[26],亟须通过街道全覆盖、“调研—评价—规划—建设”的全流程更新建设过程,来塑造高质量无障碍街道环境。因此,本文以哈尔滨市历史城区道里片区的生活性街道为研究对象,对多位视障人群进行半结构化访谈,基于扎根理论对障碍人群需求进行编码提炼,构建生活性街道无障碍环境综合评价体系,揭示影响生活性街道障碍环境建设的关键要素,并基于评价结果提出相应优化措施。

1 研究方法 with 框架

1.1 研究区域

选取哈尔滨市历史城区内的道里片区为研究区域。该区域西临城市主干路经纬街、北邻松花江、东临滨洲铁路线,占地面积约3.0 km²(图2)。选择该研究区域的原因为:(1)研究区域内较为完整地保存了城市早期的路网结构和街道肌理,研究区域覆盖哈尔滨市最重要的步行商业街区;(2)研究区域中住区的布局形式多为通过开放街道划分



图2 道里历史城区区位

而成的围合式布局,生活性街道较多,其宽高比多为1:2,尺度舒适,街道空间中采用行道树限定步行空间范围,步行环境较为舒适;(3) 研究区域为城市商业中心区,人流量大,也是视障人群活动频繁的区域。然而,由于研究区域为哈尔滨市老城区,服务设施、街道家具陈旧,相应的无障碍环境及其设施质量较差,视障人群出行安全隐患较大。

依据《哈尔滨市城市综合交通规划(2017—2035)》,筛选研究区域内的城市次干道、城市支路以及巷道3类街道(不包括社区和地块内部道路);结合百度卫星影像图、街景地图与实地调研,选取道路红线宽度小于30 m,并为居民提供日常生活服务或连接社区与城市级公共空间的道路,以此界定为本文所研究的生活性街道;最终获取研究区域内生活性街道217段(图3)。

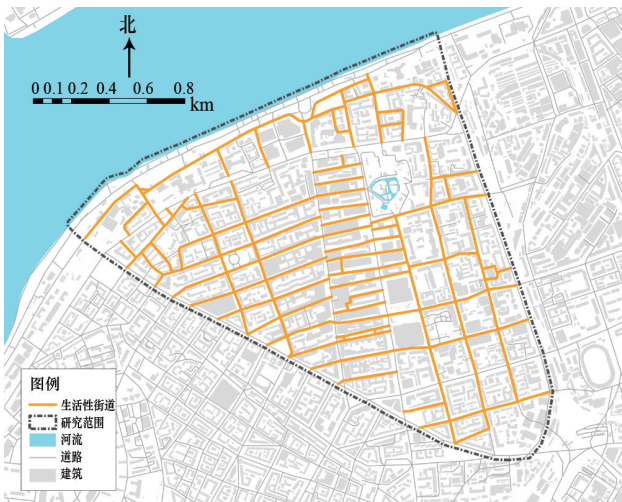


图3 道里历史城区生活性街道提取

1.2 研究框架

扎根理论是一种适用于小样本量、一手资料深挖、特定人群等的解释性规律研究的质性分析方法。由于视障人群数量较少,独立出行存在一定困难,出行需求涵盖多种复杂经验事实和主观感受,很难用定量数据来衡量,并且涉及个体心理层面的微观问题,缺少相关公开资料,所以本文选择扎根理论对影响生活性街道障碍环境建设的关键要素进行分析。步骤如下。

第一,对道里历史城区内视障人群进行半结构化访谈,获取视障人群在生活性街道的出行情况、需求及其无障碍设施建设情况等方面的原始数据。第二,基于扎根理论将视障人群需求及其生活性街道无障碍环境构成和内在关联进行分析,初步提取生活性街道无障碍环境评价指标,考虑视障人群出行意愿的强烈程度与出行需求,最终划分为安全性、便捷性、舒适性3个维度。第三,运用层次分析法对各个指标赋权,构建道里历史城区生活性街道无障碍环境评价体系(图4)。第四,通过实地勘测图像采集、问卷和访谈采集数据,基于 ArcGIS10.2 软件,对历史城区道里片区生活性街道无障碍环境进行评价与可视化表达。第五,分析评价结果,以此提出相应的优化措施与策略。

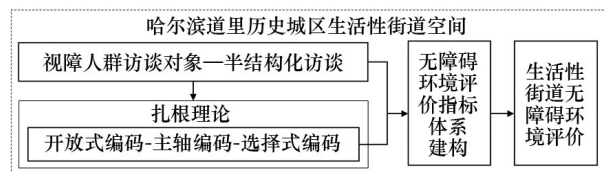


图4 研究框架

1.3 数据收集

1.3.1 访谈数据

运用半结构化访谈方法进行调研。为提升访谈材料的信息密度和强度,使用非概率抽样方法中的目的性抽样来选择受访者,选择信息密度高、强度大的案例作为研究对象。视障人群类型多样,选取视力残疾程度较高人群进行访谈,他们对街道无障碍环境的依赖程度更高。依据我国视力残疾分级,视力残疾分为盲(一级、二级)、低视力(三级、四级)4个等级。选取盲症人群和低视力人群进行深

度访谈。

首先对哈尔滨市道里区盲人协会提供的受访者样本进行抽样,选取 18 位具有独立行动能力的视障人士进行访谈。访谈对象年龄为 30~60 岁,其中男性 14 人、女性 4 人,盲症者 11 人、低视力者 7 人、盲症者中有光感 4 人、无光感 7 人(表 1)。

访谈时间为 2022 年 7 月 1—15 日。访谈内容包含出行习惯和特点、对研究区域内生活性街道无障碍设施建设情况的看法与建议等(图 5),访谈全程录音,每位受访者访谈时间为 40~120 min,总计访谈时间 16 h 37 min,最终形成访谈数据。

表 1 访谈对象信息

编号	性别	年龄	视力情况	发病时间	发病原因	独立出行能力
P ₁	男	30	低视力	后天	遗传	可以独立出行
P ₂	男	51	盲症,无光感	先天	遗传	基本不独立出行
P ₃	男	30+	低视力	后天	疾病	可以独立出行
P ₄	女	49	盲症,无光感	先天	遗传	可以独立出行
P ₅	男	40	盲症,无光感	后天	疾病	基本不独立出行
P ₆	男	51	盲症,有光感	后天	疾病	可以独立出行
P ₇	男	35	低视力	后天	疾病	可以独立出行
P ₈	男	39	盲症,无光感	先天	疾病	可以独立出行
P ₉	男	38	盲症,无光感	后天	疾病	可以独立出行
P ₁₀	男	50	盲症,有光感	后天	疾病	基本不独立出行
P ₁₁	男	34	低视力	先天	遗传	可以独立出行
P ₁₂	女	31	低视力	后天	疾病	基本不独立出行
P ₁₃	男	47	盲症,有光感	后天	疾病	可以独立出行
P ₁₄	男	34	低视力	后天	疾病	可以独立出行
P ₁₅	女	31	低视力	先天	疾病	可以独立出行
P ₁₆	男	32	盲症,无光感	后天	疾病	可以独立出行
P ₁₇	男	54	盲症,无光感	后天	疾病	基本不独立出行
P ₁₈	女	56	盲症,有光感	后天	疾病	基本不独立出行

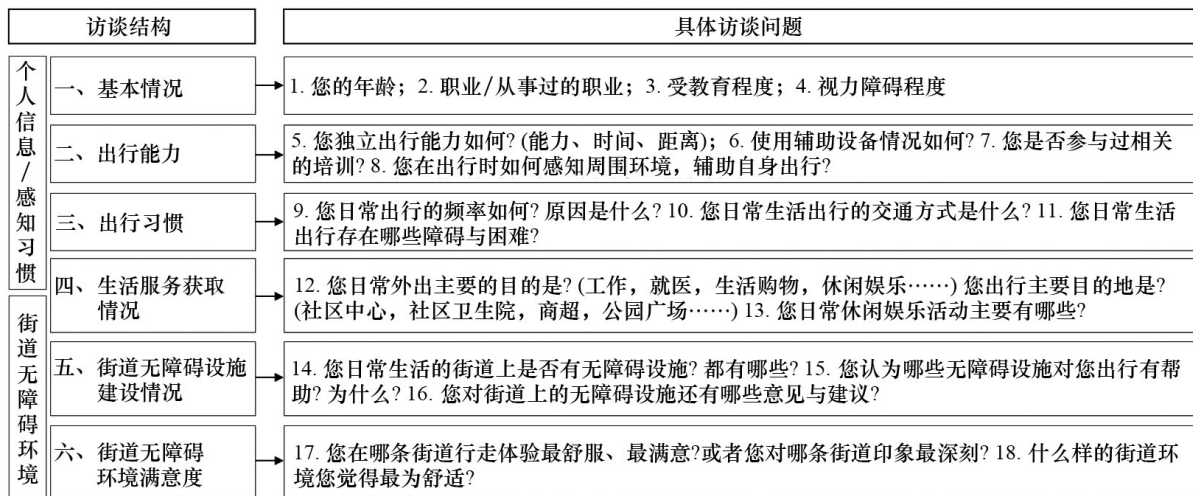


图 5 半结构化访谈提纲

1.3.2 建成环境数据

通过开源数据抓取与实地调研相结合的方式获取研究区域的建成环境数据,包括研究区域内生活性街道的道路信息、视觉无障碍设施建设情况和可以体现公共设施类型与位置的POI业态数据等(表2)。其中POI数据的筛选依据为《社区生活圈

规划技术指南》《城市居住区规划设计标准》中对5、10和15 min 3个尺度的社区生活圈不同服务要素配置要求,最终筛选POI数据2519条。

使用Excel、ArcGIS10.2软件对获取的数据进行筛选、整理、坐标转换和投影操作等预处理操作,便于后续计算分析。

表2 建成环境数据来源

数据类型	数据内容	数据来源
生活性街道的道路信息数据	名称、长度、断面构成、等级、中心线位置等	开源地图数据、《哈尔滨市城市综合交通规划(2017—2035)》
	盲道现状铺设及维护情况	百度街景地图、实地调研
视觉无障碍设施建设情况数据	路缘石现状设置情况	百度街景地图、实地调研
	夜间灯光数据	夜间NPPVIIRS月度平均灯光数据
	声学信号设施设置情况	实地调研
5、10和15 min社区生活圈内的POI业态数据	导向标识设置情况	街景地图与实地调研相结合
	服务设施位置信息	高德地图POI(2022年8月)
	交通站点位置信息	高德地图POI(2022年8月)

2 生活性街道无障碍环境评价体系构建

2.1 评价指标提取

基于扎根理论建立评价目标,运用Nvivo 11.0质性分析软件,对访谈数据进行“开放式编码-主轴式编码-选择式编码”分析,初步提取生活性街道无障碍环境评价指标(图6)。

2.1.1 开放式编码

开放式编码是对原始分析材料进行分解、命名和重新组合类属化。首先排除访谈数据中与无障碍环境、生活性街道不相关的信息;其次通过概念化和范畴化(“贴标签”)的方式用词组、短语或短句对18份原始访谈文本进行概括总结,形成132个概念编码(表3);再次将提取出的132个概念编码,不断相互对比、重新组合归类;最终获得23个范畴编码(表4)。

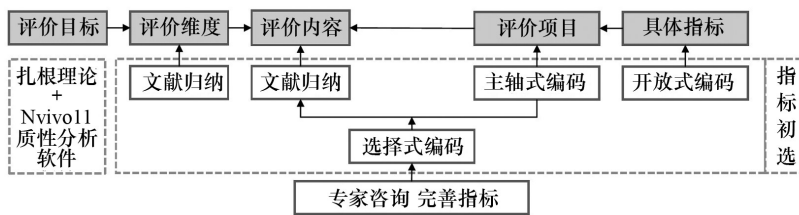


图6 基于扎根理论的评价体系及指标选取

表3 开放式编码示例

范畴编码	概念编码	原始访谈材料举例	样本编号
F ₃ 盲道设计舒适性	盲道宽度	其实你看那个盲道的宽度大概也就这样,是不是,你说人得走多直,他能直接正好踩到中间,这个不太容易的,因为你人体的宽度就要超过这盲道了……	P ₄
	盲道材质适宜	(下雨、下雪)这种情况我们一般都不怎么出去,但下雪不是很大的情况下,路不太滑的情况还可以,但下得特别大的时候我们不去,因为盲道你也感觉不出来的,到慢坡就容易滑摔,这些都随时有可能性……	P ₃

表4 开放性编码结果

范畴编码结果		所含概念编码
F ₁	盲道覆盖程度	盲道帮助出行;盲道对安全性有帮助;盲道可以帮助寻路;盲道帮助定向行走;盲道使用率高;盲道建设多
F ₂	盲道连通度	过街盲道引导方向;盲道转换位置提示;盲道连续完整;盲道缺少必要衔接;无障碍路线
F ₃	盲道设计舒适性	盲道宽度;盲道材质适宜;盲道颜色明显;盲道设置曲折;盲道表面凸起不明显;盲道规避固定障碍物;盲道不信任;盲道缺少维护;盲道设计使用不便;盲道设置不规范
F ₄	人行道占用情况	占道经营;盲道停车;人行道占用
F ₅	路缘坡道设置率	坡道辅助老人出行;缘石导致踩空;坡道安全性高;缘石坡道需要提示;缘石坡道有帮助;缘石辅助定向行走
F ₆	路缘坡道舒适性	缘石坡道坡度;缘石坡道材质
F ₇	铺装平整程度	道路不平整容易绊倒;地面平整走路放心;地面平整影响大;铺装防滑不积水
F ₈	标识设施覆盖程度	入口、台阶缺少标志;触觉标识;自行设置行动路线标记;定位标识;路口难以辨别方向;根据记忆寻路;通过询问寻路;寻路难;对危险进行提示
F ₉	标识信息易见性	标识难以识别;标识大小;标识设置位置;出入口标识不清晰;发光标识;亮色易识别;颜色对比帮助识别公交线路;盲文信息;坡道、铺装定位;颜色对比;颜色、图案共同帮助辨识
F ₁₀	标识信息准确性	提示内容不准确
F ₁₁	夜间照明水平	广告牌灯光;夜间更难分辨障碍物;灯光引导;路灯眩光;夜间亮度不足
F ₁₂	路口声音提示	过街容易碰撞;过街时偏离路线;有声信号灯方便过街;过街信号时长;红绿灯过街信号不易识别;路口声音信号音量;根据声音辨别过街信息;路口声音提示不稳定;注意力集中在声音上
F ₁₃	公交站语音提示	公交停靠位置提示;公交站牌语音提示;缺少进站线路提示
F ₁₄	语音导航提示	电梯缺少语音提示;根据声音辨别路线;语音提示帮助大;手机导航精度不足;手机语音导航寻路;语音提示障碍物;语音向导少
F ₁₅	公共服务设施可达性	体育活动设施;出行以日常生活购物为主;公园广场活动;公园广场周边缺少无障碍设施;外出购物休闲;前往公共设施不便;前往医疗卫生设施;生活服务设施使用;网络购物
F ₁₆	公共交通站点可达性	出行以公交为主;熟悉家周边站点;寻找站点困难
F ₁₇	街道易辨别程度	容易迷路;街道变化多容易迷路;街道方向不明确;街道熟悉程度;形成心理地图
F ₁₈	街道步行可达性	去哪儿都方便;出行方便;街道中散步;主要在家周边活动
F ₁₉	街道环境卫生	街道不整洁;街道噪声影响判断
F ₂₀	街道家具设置合理	设施与盲道的距离;规范停车区域;街道家具高度;街道家具设置位置;借助街道家具行走;栏杆扶手
F ₂₁	休息设施数量充足	步行中途需要休息;室外闲坐;增加休憩设施;占用人行空间放置休憩设施
F ₂₂	绿化遮阴多、植物气息浓郁	树荫舒适;闻到植物气味心情愉悦;植物气味适中
F ₂₃	景观色彩丰富、对比强烈	不同植物组合;绿色植被

2.1.2 主轴式编码

主轴式编码是对所有独立范畴的进行重新组合和分类,以此建立各类别之间的联系。对23个

范畴编码进行重新组合和分类,分析其关联关系,进一步归类为8个主范畴。主轴式编码结果见表5。

表5 主轴式编码结果

主范畴	对应范畴
Z ₁ 人行步道设施	F ₁ 盲道覆盖程度;F ₅ 路缘坡道设置率;F ₁₁ 夜间照明水平
Z ₂ 路面铺装舒适性	F ₃ 盲道设计舒适性;F ₄ 盲道占用情况;F ₆ 路缘坡道舒适性;F ₇ 铺装平整程度
Z ₃ 声音信号设施	F ₁₂ 路口声音提示;F ₁₃ 公交站声音提示;F ₁₄ 语音导航提示
Z ₄ 标识导向设施	F ₈ 标识设施覆盖程度;F ₉ 标识信息易见性;F ₁₀ 标识信息准确性
Z ₅ 休憩设施与街道家具	F ₂₀ 街道家具设置合理;F ₂₁ 休息设施数量充足
Z ₆ 街道连通性	F ₂ 盲道连通度;F ₁₇ 街道易辨识程度;F ₁₈ 街道步行可达性
Z ₇ 公共设施可达性	F ₁₅ 公共服务设施可达性;F ₁₆ 公共交通站点可达性
Z ₈ 环境景观	F ₁₉ 街道环境卫生;F ₂₂ 绿化遮阴多、植物气息浓郁;F ₂₃ 景观色彩丰富、对比强烈

2.1.3 选择性编码

选择性编码是对主轴编码得到的主要范畴进行重新编码和提炼,形成一个可以涵盖所有关系和范畴的核心范畴。首先对8个主范畴进行选择性编码,获取了3种类型的核心范畴——安全性、便捷性和舒适性。其次解析3类核心范畴,对应视障人群出行需求层次,并将其与视障人群的出行意愿

强烈程度相连接:安全性对应“可以出行”,满足出行基本要求,即无障碍多类型设施完善;便捷性对应“方便出行”,满足基本要求和方便出行要求,即无障碍路径通达;舒适性对应“乐意出行”,满足视障人群出行的自主意愿和自由出行需求,即无障碍环境的高质量和高品质(图7)。

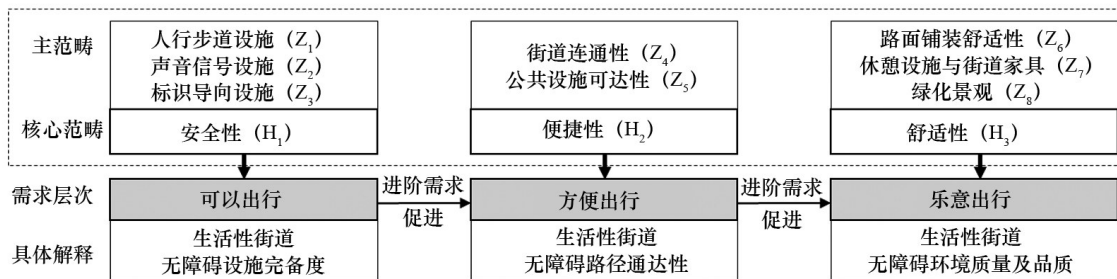


图7 选择性编码结果及评价维度总结

2.2 评价体系构建

2.2.1 指标确定

采用专家咨询法对通过扎根理论获取的指标(即23个范畴编码)进行进一步筛选。选取8名专家,均为城乡规划学和风景园林学科的教授、设计师和盲人协会的工作人员。运用判断矩阵分析专家意见,对指标进行增减和修正,最终确定19个指标。

2.2.2 指标赋权

采用Yaahp11.0软件,运用AHP层次分析法对确定的19个指标进行赋权。首先使用1~9标度法分别对分目标层、子目标层和指标层构建判断矩阵。其次选取10位专家(均为城乡规划学和风景园林学科的教授、设计师和盲人协会的工作人员)发放指标判断矩阵问卷,回收有效问卷10份,有效

率100%。再次采用判断矩阵对问卷进行一致性检验,未通过一致性检验的,将其反馈结果重新进行决策,直到通过一致性检验,即 $CR \leq 0.1$ 。采用方根法对各个专家判断矩阵进行计算,得到排序权重。使用Yaahp11.0软件中专家结果权重加权算术平均的数据集结方式对所有排序权重进行算术平均,最终得到基于视障人群需求的生活性街道无障碍环境评价指标权重。

2.2.3 评价标准与计算

采用实地勘测、图像采集、空间句法分析以及问卷和访谈等方式,对各个指标数据进行采集与分析。

评价体系包括客观环境评价的定量指标(安全性和便捷性维度的指标)和主观感受评价的定性指标(舒适性维度的指标)(表6)。

其中定量指标的计算,首先基于建成环境数据,以每个指标的计算公式为依据,通过计算获取其量化值;然后与评价标准进行比较,没有权威标准的,在相关文献基础上结合平均值、中位数或自然断点法分类,拟出指标评价标准,并进行标准化赋值。其中定性指标的计算均依据问卷和访谈调研,按实际情况将取值标准分为5级并进行量化评分,调研对象为136名自身或同住家人存在视觉障碍的人群,问卷调查共收回136份有效问卷,有效率100%(图8)。

基于上述评价标准与评价数据收集方法,本文对历史城区道里片区生活性街道无障碍环境各项指标进行计算,运用 ArcGIS10.2 软件关联空间位置,进行可视化分析,最后计算出综合评价得分结果,计算公式为

$$S_i = \sum_{j=1}^j W_j \times V_j \quad (1)$$

式中, S_i 表示*i*道里历史城区生活性街道无障碍环境综合得分; W_j 表示第*j*项指标权重, V_j 则表示*i*街段第*j*项指标的标准化分数。

表6 生活性街道无障碍环境评价体系

总目标层	分目标层	子目标层	编号	指标层	综合权重	指标内涵和计算方法
基于视障人群需求的生活性街道无障碍环境评价(O)	安全性(A) 0.5659	人行步道设施(A ₁) 0.5206	A ₁₁	盲道覆盖程度	0.1494	盲道覆盖率(%)=街道两侧盲道长度/街道两侧步行空间长度×100%
			A ₁₂	路缘坡道覆盖程度	0.0536	路缘坡道设置率(%)=街道上已设置坡道数/街道上需要设置坡道总数的比值×100%
			A ₁₃	夜间照明水平	0.0873	各街段夜间NPPVIIRS月度平均灯光亮度值
		声音信号设施(A ₂) 0.2965	A ₂₁	路口声音提示	0.1026	各个街段两端路口声音提示数量,包括两端、一端有、无3类
			A ₂₂	公交站语音提示	0.0661	公交站具备声音提示情况,包括有完整提示、仅有进站提示、无提示3类
		标识导向设施(A ₃) 0.1829	A ₃₁	标识设施覆盖程度	0.0310	每百米标识信息设置数量(个)=街道步行信息引导牌设置个数/街道长度
	A ₃₂		标识信息易见性	0.0759	根据各个街段标识信息可识别情况打分	
	B ₁₁		盲道连通度	0.0697	每百米街道盲道打断次数(次)=盲道打断次数/街道长度	
	便捷性(B) 0.2711	街道连通性(B ₁) 0.7167	B ₁₂	街道步行可达性	0.0849	空间句法的局部整合度,sDNA中的NQPDA参数,计算公式为: $NQPDA(x) = \sum_{y \in R_x} \frac{W(y)P(y)}{d_M(x,y)}$ <i>P</i> (<i>y</i>)表示搜索半径 <i>R</i> 内任意多段线 <i>y</i> 的比例; <i>W</i> (<i>y</i>)是多段线 <i>y</i> 的权重; <i>d_M</i> (<i>x</i> , <i>y</i>)表示节点 <i>x</i> 和 <i>y</i> 之间的最短拓扑距离
			B ₁₃	街道易辨别程度	0.0311	sDNA中网络绕曲分析中绕行度参数,计算公式为: $Div(x) = \frac{\sum_{y \in R_x} \frac{d_M(x,y)}{CFD(x,y)} W(y)P(y)}{\sum_{y \in R_x} W(y)P(y)}$ <i>CFD</i> (<i>x</i> , <i>y</i>)表示 <i>x</i> 与 <i>y</i> 之间的平均直线距离

表6 生活性街道无障碍环境评价体系(续)

总目标层	分目标层	子目标层	编号	指标层	综合权重	指标内涵和计算方法	
基于视障人群需求的生活性街道无障碍环境评价(O)	便捷性(B)	公共设施	B ₂₁	公共服务设施	0.0521	街段不同半径缓冲区内各类型公共服务设施数量	
		可达性		可达性			
	0.2711	(B ₂)	0.2833	B ₂₂	公共交通站点	0.0333	街段不同半径缓冲区内公共交通站点数量
					可达性		
					路面铺装		
	(C ₁)	0.6233	C ₁₂	盲道设计	0.0179	盲道铺设位置距离墙体、行道树等固定物距离适中,盲道建设宽度适宜	
				舒适性			
	0.1630	(C ₂)	0.2773	C ₁₃	路缘坡道	0.0258	路缘坡道设置位置、宽度、坡度适宜
					舒适性		
					休憩设施与街道家具		
	(C ₃)	0.0994	C ₂₂	街道家具设置合理	0.0298	街道家具位置设置适宜,不占用行人主要通行空间,分布有一定规律性、可预测性	
				绿化景观			C ₃₁
0.0994	(C ₃)	0.0994	C ₃₂	景观色彩丰富、对比强烈	0.0068	街道环境优美,绿化和景观色彩丰富,色彩对比度强烈	

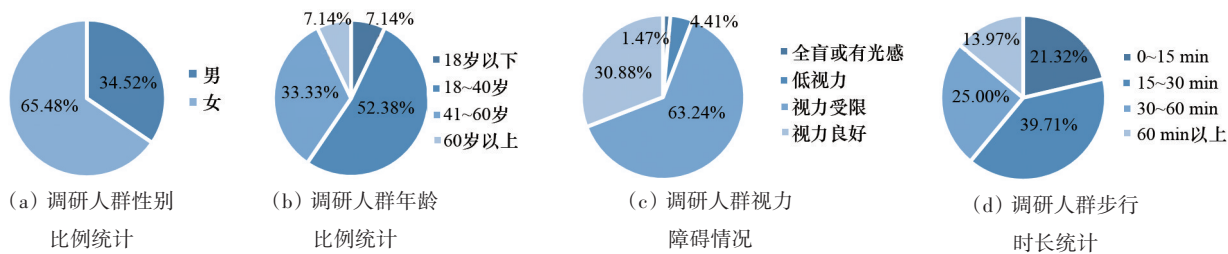


图8 问卷调研人群统计

3 结果与讨论

道里历史城区生活性街道无障碍环境评价综合得分 2.7545 分(满分为 5 分),其中安全性维度 2.7635 分、便捷性维度 2.5793 分、舒适性维度 3.0891 分。研究表明,历史城区研究区域生活性街道无障碍环境评价的总体得分较低,说明当前历史城区生活性街道中配置的各种设施及营造出无障碍出行环境仍未完全覆盖视障人群的出行需求,下文对 3 个维度的评价结果展开详细分析。

3.1 安全性维度评价结果

生活性街道安全性维度平均得分为 2.7635 分,得分在均值以上的街段有 116 段,占总数的 53.46%,最低分为 1.3677 分,最高分为 3.8563 分,

标准差为 0.6818,计算得到变异系数为 24.67%。根据自然断点结果与平均值将安全性得分分为 3 级,即安全性较低(1.0000~2.5000)、安全性一般(2.5001~3.5000)、安全性高(3.5001~5.0000)。

安全得分频次方面,安全性维度呈现出不均衡分布特征,如图 9(a)所示。从空间分布上来看(图 9(b)、表 7),“安全性高”街段主要分布于历史城区研究区域西侧,以地段街、买卖街以及红霞街-西五道街为代表。结合实地调研可以发现这些街道具有生活气氛浓,无障碍设施完善的特征(特别是人行步道设施平均得分较高(4.9999 分))。“安全性低”街段主要分布于中央大街东侧、友谊路北区域。这些区域无障碍设施不完善,通过访谈数据可以发现这些区域的无障碍设施对视障人群生活出

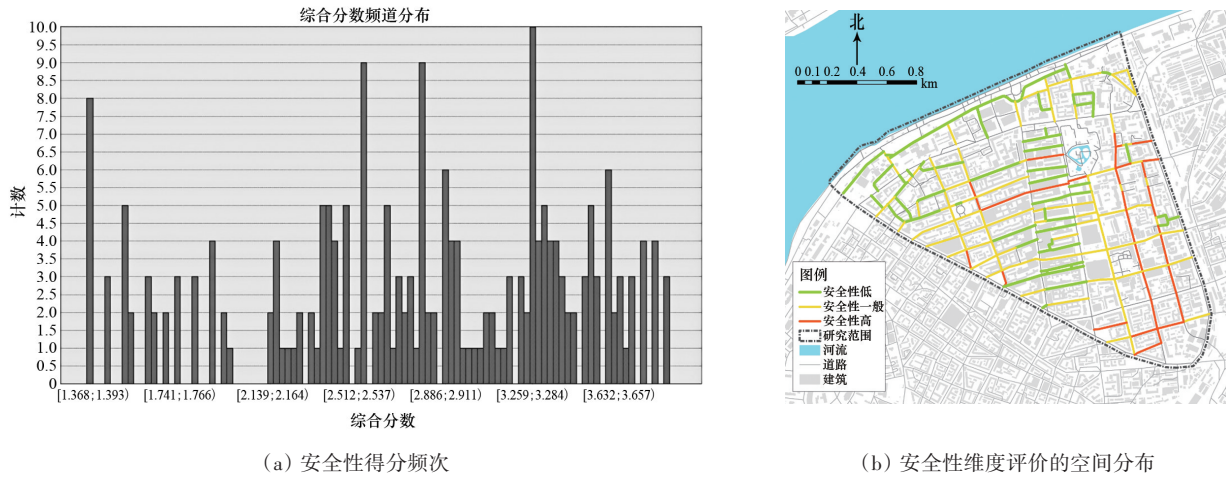


图9 生活性街道无障碍环境安全性维度总体评价

表7 生活性街道安全性评价得分及代表性街道

评价得分	安全性高 (3.5001~5.0000)	安全性一般 (2.5001~3.5000)	安全性低 (1.0000~2.5000)
代表性街道	地段街、买卖街以及红霞街-西五道街	通江街、高谊街、兆麟街、霞曼街-石头道街	中央大街东侧、友谊路以北的生活性街道
影响因素	街道两侧商业设施分布均衡,步行区域界线明确,盲道覆盖度较高	人行步道设施较为完善,但其他设施不完善	虽位于历史城区商业核心区,对设施要求更高,外来人流、车流混杂,影响出行安全

行安全性产生较大的影响,然而这些区域靠近哈尔滨市的商业中心区,出行需求量大,所以亟须对无障碍设施进行升级改造。

无障碍设施分类方面(图10),人行步道设施无障碍环境的安全性贡献度最大,声学信号、标识导向设施在各个街段之间分数差异较小。结合实地调研发现历史城区研究区域中生活街道上的人行步道设施(包含盲道、路缘坡道、夜间照明等设

施)配置完备性较高,但其他两类设施,如路口、公交站点声学信号及步行导向标识部分缺失,对视障人士建立整体感知影响较大。特别是在标识导向方面,得分高的街段几乎均位于城市主干道两侧,或商业区周边,说明标识导向更趋于车行导向而非步行。因此,声学信号设施及标识导向设施应该在未来街道更新改造项目中需要重点增补与建设。



图10 生活性街道无障碍环境安全性维度的分类评价

3.2 便捷性维度评价结果

生活性街道无障碍便捷性维度评价综合平均分为2.5793,如图11(a)。按“便捷性较低(1.0000~3.0000)”和“便捷性较高(3.0001~5.0000)”2类(图11(b)、表8)来评价。空间分布方面,可以发现便捷性较高的街段集中于城区内西侧,主要分布在红霞街东段、上游街、高谊街、通江街等街道上。通过

调研可以发现便捷性较高的街段具有盲道体系连续性高,单一街段内步行空间完整,断头路少等特征;此外,这些街段内的生活设施、公交设施相对集中,这也进一步促进了步行的通达性。便捷性较低的街段分布在中央大街两侧、兆麟街两侧及防汛路南侧,便捷性较低的街段具有步行出行受商业集中占道、主干路或快速路车辆影响较大的特征。

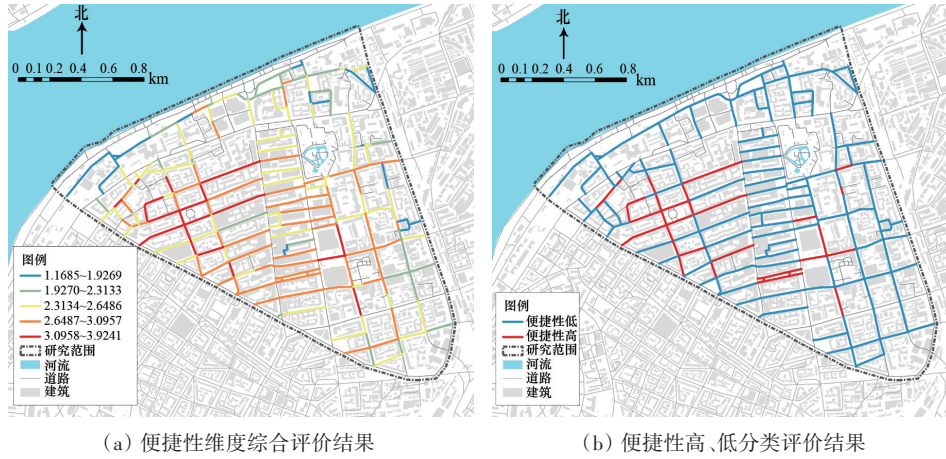


图11 生活性街道无障碍环境便捷性维度评价结果

表8 生活性街道便捷性维度评价得分及代表性街道

评价得分	便捷性较低(1.0000~3.0000)	便捷性较高(3.0001~5.0000)
代表性街道	地段街,买卖街,柳树街,石头道街,防汛路,井街	红霞街东段,上游街,高谊街,通江街等
影响因素	受城市主干路,快速路影响,步行空间不连续	生活性街道分布均衡,公共服务设施分布集中

进一步分析无障碍设施的分类评价结果,可以发现便捷性维度由街道连通性和公共设施可达性决定,其中街道连通性由街道步行可达性、街道易辨识程度和盲道连通度3个指标共同决定,平均分为2.5345;得分最高为4.1674,位于中医街街段;3.5分以上街段数仅占16.02%,这些街道靠近商业区,但以居住为主,街道形态规整、易辨。公共设施可达性由公共服务设施可达性、公共交通站点可达性评分综合得出,平均得分为2.6927;得分在3.5分以上的生活性街道主要位于中央大街的东西两侧,均为公交设施、公交站点密集的道路。

3.3 舒适性维度评价结果

生活性街道无障碍环境舒适性维度的评价通过问卷获得,评价结果如图12所示,整体舒适性得分

为3.0891分,所有指标满意度均为2.5~3.5分,表明道里历史城区研究区域内生活性街道无障碍出行环境舒适性整体一般,且各项舒适性因素均存在一定的改善空间。

在各个舒适性指标的评价结果中,路缘坡道达标率满意度最高,为3.4485分,盲道设计舒适性和休憩设施数量充足2个指标满意度最低,分别为2.8603和2.7794,结果表明街道部分盲道设计过窄,排除违规占用问题,可以发现部分盲道距离其他街道家具、景观植物距离过近,降低了舒适性。景观绿化方面,各街段的差距较大,通江街、高谊街等街道绿化景观建设维护较好,而田地街部分街段缺少绿化景观,视障人群步行舒适性较差。

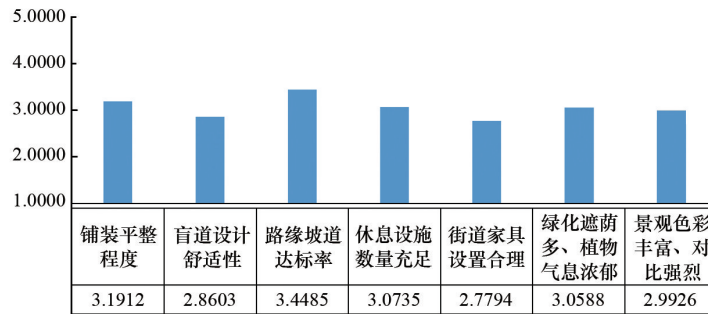


图 12 舒适性维度指标问卷结果

4 结论

采用半结构访谈、扎根理论等方法建立了基于视障人群需求的生活性街道无障碍环境评价体系,并以哈尔滨市历史城区道里片区生活性街道为例,以建成环境的多源数据为依据,进行无障碍环境评价,最终得到了如下研究结果。

第一,建立了基于视障人群需求的生活性街道无障碍环境评价体系。首先将适用于视障人群的生活性街道无障碍环境评价核心范畴可归纳为安全性、便捷性、舒适性3个维度。其次将这3个维度进一步与视障人群的出行意愿强烈程度建立关联,即分别代表“可以出行”“方便出行”“乐意出行”。再次结合专家咨询和层次分析法计算各个指标权重,建立了3个维度、19项指标的评价框架,同时明确了各个指标的计算方法,最后确定出基于视障人群需求的生活性街道无障碍环境评价体系。

第二,评价了哈尔滨历史城区道里片区生活性街道无障碍环境。依据评价结果可以发现道里区历史城区中其生活性街道的无障碍环境评价的总体得分较低,仅为2.7545分,安全性、便捷性、舒适性3个维度的得分同样较低。表明虽然由安全性代表的无障碍设施并不完善,街道无障碍的连通性、可达性也需要加强,但视障人群在历史城市研究区域生活街道中出行中的舒适性还基本可以接受,说明历史城区中生活街道的出行环境、街道空间肌理仍得到一定程度的认可。

第三,基于上述分析结果综合提出视障人群的生活性街道无障碍设施类型多元化等街道更新多样化的空

间优化策略。当前大多数街道的无障碍设施只有盲道,然而除此之外,还应包含其他触觉、听觉、视力补偿设施,共同辅助视障人群感知街道出行环境。视障人群由于视力部分或全部缺失需要借助其他感觉器官来感知外界环境,因此相应的无障碍设施的类型也应多样化建设,共同辅助视障人群出行。

关注弱势群体需求,消除对弱势群体的社会排斥,培育公平正义的社会价值观是文明社会发展的必经阶段。当前我国城市建设中已将满足多元人群需求作为城市建设的重点内容。历史城区的生活性街道仅是众多城市空间的缩影,虽然最终的评价得分并未体现出递进需求关系,进一步说明众多百姓居民对于无障碍环境的包容。城市的生活性街道是承载视障人群独立生活的重要空间单元,其无障碍环境建设情况质量直接影响视障人群进入城市、融入社会的机会,希望未来更多专家、学者、大众等共同关注视障人群需求及其无障碍环境的营造与建设。

参考文献(References)

- [1] The United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development[EB/OL]. [2024-04-28]. <https://www.stats.gov.cn/english/pdf/202010/P020201-012330427084813.pdf>.
- [2] WHO. Global report on health equity for persons with disabilities[R]. Geneva: World Health Organization, 2022.
- [3] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远

- 景目标纲要[EB/OL]. [2024-04-28]. https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- [4] WHO. World report on vision[R]. Geneva: World Health Organization, 2019.
- [5] Qiao G H, Zhang J M, Pabel A, et al. Understanding the factors influencing the leisure tourism behavior of visually impaired travelers: An empirical study in China[J]. *Frontiers in Psychology*, 2021, 12: 684285.
- [6] 厉才茂. 无障碍概念辨析[J]. *残疾人研究*, 2019(4): 64-72.
- [7] Cattaneo Z, Vecchi T, Cornoldi C, et al. Imagery and spatial processes in blindness and visual impairment[J]. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2008, 32(8): 1346-1360.
- [8] Lauria A. Tactile pavings and urban places of cultural interest: A study on detectability of contrasting walking surface materials[J]. *Journal of Urban Technology*, 2017, 24(2): 3-33.
- [9] Katemake P, Radsamrong A, Dinet E, et al. Influence of LED-based assistive lighting solutions on the autonomous mobility of low vision people[J]. *Building and Environment*, 2019, 157: 172-184.
- [10] Evans B, Sawyerr H, Jessa Z, et al. A pilot study of lighting and low vision in older people[J]. *Lighting Research & Technology*, 2010, 42(1): 103-119.
- [11] Bochsler T M, Legge G E, Gage R, et al. Recognition of ramps and steps by people with low vision[J]. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2013, 54(1): 288.
- [12] Bilal S H E, Takeda K, Kobayashi H, et al. Use of auditory cues and other strategies as sources of spatial information for people with visual impairment when navigating unfamiliar environments[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(6): 3151.
- [13] Crandall W, Bentzen B L, Myers L, et al. New orientation and accessibility option for persons with visual impairment: Transportation applications for remote infrared audible signage[J]. *Clinical & Experimental Optometry*, 2001, 84(3): 120-131.
- [14] Matsuda Y, Kawauchi A, Motooka N. Gazing behavior exhibited by people with low vision while navigating streets[J]. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 2021, 20(4): 414-427.
- [15] Rimmer J H, Riley B, Wang E, et al. Accessibility of health clubs for people with mobility disabilities and visual impairments[J]. *American Journal of Public Health*, 2005, 95(11): 2022-2028.
- [16] El-Taher F E Z, Taha A, Courtney J, et al. A systematic review of urban navigation systems for visually impaired people[J]. *Sensors*, 2021, 21(9): 3103.
- [17] Lee H, Lee E, Choi G S. Wayfinding signage for people with color blindness[J]. *Journal of Interior Design*, 2020, 45(2): 35-54.
- [18] Jenkins G R, Yuen H K, Vogtle L K. Experience of multisensory environments in public space among people with visual impairment[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2015, 12(8): 8644-8657.
- [19] Huang C H, Yu S C. A study of environmental perception patterns of the visually impaired and environmental design[J]. *Indoor and Built Environment*, 2013, 22(5): 743-749.
- [20] 彭义. 医疗建筑中视觉障碍者的导视系统构建研究[J]. *同济大学学报(社会科学版)*, 2015, 26(5): 59-66.
- [21] 张钰墨, 陈洋. 基于感官代偿的特殊教育学校公共空间无障碍设计策略研究[J]. *建筑学报*, 2017(增刊2): 56-62.
- [22] 谢秀丽, 刘冰. 视障者参与的城市公园景观感知与体验[J]. *风景园林*, 2023, 30(3): 113-121.
- [23] 沈璐, 韩林飞. 视障群体友好出行的北京市街区空间影响因素及优化策略[J]. *科技导报*, 2022, 40(22): 66-77.
- [24] 俞悦旻, 范俞茹, 卢雪梅, 等. 城市社区“15分钟生活圈”优化研究: “视障群体”方向[J]. *城市建筑*, 2020, 17(15): 7-11.
- [25] 潘海啸. 无障碍与城市交通[M]. 沈阳: 辽宁人民出版社, 2019.
- [26] 曹根榕, 卓健. 彰显规划关怀的包容性街道规划建设策略[J]. *规划师*, 2017, 33(9): 16-21.

Barrier-free environment evaluation of livability living streets based on the needs analysis of visually impaired population —A case of the historic district, Harbin

DAI Jian^{1,2}, CHEN Xinlang³, CHEN Lulu^{1,2*}, WANG Chunqi^{1,2}

1. School of Architecture and Design, Harbin Institute of Technology, Harbin 150006, China

2. Key Laboratory of National Territory Spatial Planning and Ecological Restoration in Cold Regions, Ministry of Natural Resources, Harbin 150006, China

3. Fujian Urban and Rural Planning Design Institute, Fuzhou 350003, China

Abstract This article takes the travel needs of visually impaired population as the entry point and the barrier-free environment of urban living streets that are essential for travel as the research object. Firstly, 18 visually impaired individuals were selected to conduct semi-structured interviews, and the built environment data of the study area was obtained through open-source data and field research. Secondly, based on the Grounded Theory, the intense degree of travel willingness of the visually impaired people was correlated with their travel needs, i. e., "able to travel" corresponds to safety, "easy to travel" corresponds to convenience, and "willing to travel" corresponds to comfort, and then constructs an evaluation system for the accessibility of living streets in 3 dimensions – safety, convenience and comfort. Finally, taking the living streets in the historical district (Daoli area) in Harbin as the empirical object, the barrier-free environments of the streets were evaluated, and the problems and spatial characteristics were summarized from the 3 dimensions of safety, convenience and comfort, so as to propose optimization strategies such as the diversification of the types of barrier-free facilities for the visually impaired, providing scientific support for the construction of barrier-free environment and the practice of high quality urban street renewal.

Keywords visually impaired population; livability living streets; Grounded Theory; barrier-free environment evaluation; historical district in Harbin ●



(责任编辑 卫夏雯)