

地铁车站无障碍服务评价及优化策略

孙莹¹, 李向锋¹, 贾巍杨², 孙至喆³

(1. 东南大学建筑学院, 江苏 南京 210000; 2. 天津大学建筑学院, 天津 300000; 3. 湖南大学建筑与规划学院, 湖南 长沙 410000)

摘要: 作为现代化交通体系的核心载体, 地铁车站无障碍服务效能直接关系社会公平与城市治理水平。基于包容性发展理念构建地铁车站无障碍服务评价体系, 采用组合赋权法确定指标权重, 并系统分析地铁车站无障碍服务的关键影响因素。通过专家咨询法进行重要性评价, 运用模糊理论中的梯形模糊数计算评价指标主观权重; 通过残障人士对地铁车站无障碍满意度评价, 运用熵值法计算评价指标客观权重, 再利用线性加权方法得到组合权重, 并给出无障碍服务综合评价标准。选取北京市地铁西直门站作为评价对象, 对车站无障碍服务现状进行主客观评价, 结合评价指标权重分析发现, 该车站无障碍系统存在跨区域无障碍服务不连续、无障碍服务群体覆盖范围不全面、无障碍服务响应不及时等问题。针对这些问题提出优化策略, 推动城市公共交通服务从基础保障向品质化服务转型, 助力实现可持续发展目标中的包容性城市愿景。

关键词: 地铁车站; 无障碍环境; 无障碍服务; 组合赋权法; 优化策略

Evaluation and Optimization Strategies for Accessibility Services in Subway Stations

SUN Ying¹, LI Xiangfeng¹, JIA Weiyang², SUN Zhizhe³

(1. School of Architecture, Southeast University, Nanjing Jiangsu 210000, China; 2. School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300000, China; 3. School of Architecture and Planning, Hunan University, Changsha Hunan 410000, China)

Abstract: As a core component of modern transportation systems, the effectiveness of accessibility services in subway stations is closely related to social equity and the quality of urban governance. Based on the concept of inclusive development, this paper constructs an evaluation framework for accessibility services in subway stations. A combined weighting method is applied to determine indicator weights and key factors influencing accessibility services are analyzed. Expert consultation is used to assess the importance of each indicator, with subjective weights calculated using trapezoidal fuzzy numbers from the fuzzy theory. Objective weights are also derived using the entropy method based on satisfaction surveys conducted among persons with disabilities. The final combined weights are obtained through linear weighting, forming a comprehensive evaluation standard for accessibility services. Taking Xizhimen Station of Beijing's subway as an evaluation case study, the paper conducts both subjective and objective assessments of current accessibility services. Analysis of the indicator weights reveals several issues, including discontinuity in cross-regional accessibility services, insufficient coverage of user groups, and delayed service responsiveness. In response, the paper proposes targeted optimization strategies, aiming to advance the transition of urban public transportation from basic provision to high-quality services, and contribute to the realization of sustainable development goals on building inclusive urban environments.

Keywords: subway stations; accessible environment; accessibility services; combined weighting method; optimization strategies

收稿日期: 2025-04-18

基金项目: 国家自然科学基金面上项目“基于无障碍理念的建筑物地面通行安全性能关键指标研究”(52078323)

作者简介: 孙莹(1996—), 女, 辽宁大连人, 博士研究生, 研究方向为建筑设计理论与、无障碍环境设计, 电子邮箱 seusunying@seu.edu.cn。

通信作者: 李向锋(1977—), 男, 江苏南京人, 教授, 博士生导师, 研究方向为物质空间与社会空间叠合的理论及设计方法、老龄化及社会转型下城乡建成环境的应对, 电子邮箱 archli@vip.163.com。

0 引言

根据第二次全国残疾人抽样调查,截至2010年末,中国残疾人总数为8502万人,占全国人口总数的6.34%^[1],其中肢体残疾人口数量达2977万人。2020年,习近平总书记强调,无障碍环境建设问题是一个国家和社会文明的标志,我们要高度重视^[2]。在此背景下,2023年《中华人民共和国无障碍环境建设法》的出台,标志着中国无障碍环境建设迈入法治化、系统化的发展阶段。作为无障碍环境建设的重要组成部分,无障碍出行体系对于推动城市无障碍可持续发展具有重要意义。

中国城市轨道交通系统在建设规模和技术应用层面已跻身国际前列,然而在无障碍环境建设方面仍呈现发展不均衡态势,其标准化建设、系统性整合及智能化应用等方面亟待完善。实证研究表明,大城市地铁车站无障碍设施配置率虽已达到基础覆盖水平,但在残障人士与老年人用户的体验维度仍存在设施连续性缺失、服务供给与需求结构性错位等问题^[3]。特别是在城市更新进程中,现行碎片化的无障碍改造模式已导致显著的系统性问题:既有改造项目多聚焦于局部节点优化,缺乏全域空间的无障碍动线规划,不仅造成设施网络不连贯,还与城市公共空间其他功能设施相互冲突^[4-6]。这种改造模式不仅降低了无障碍环境的使用效能,更反映出中国城市治理体系中包容性设计理念的实践滞后性。

构建无障碍服务评价体系已成为破解城市交通环境包容性发展的关键路径。既有研究主要沿两条路径推进:首先是基于行人移动性理论,通过解析步行行为时空特征构建需求预测模型^[7-8],重点量化包括空间需求、照明在内的物理环境要素对基础通行效能的边际影响^[9];其次,聚焦交通节点服务等级评价,形成以设施配置密度^[10]、客流周转效率为核心的车站评价范式^[11]。随着研究深入,学者虽尝试引入结构方程模型^[12]、多维度分析^[13]等工具处理乘客主观感知数据^[14],但在方法论层面仍存在显著局限性:评价维度过度聚焦静态设施供给,未能有效耦合残障人士的动态服务需求;指标权重分配多依赖经验判断,缺乏生理、心理、行为多维参数的协同反馈机制;评估结果呈现碎片化特征,难以支撑全周期无障碍出行链的

优化决策。

鉴于城市交通领域的综合评价多为整体性评价,针对无障碍服务的专项研究相对较少。为此,本文基于残障人士的生理、心理特征及行为需求,建立了无障碍服务评价指标体系。依据主客观综合评价所获得的权重,识别出对提升无障碍服务具有较大潜在作用的硬件设施与软件服务,进而确定其改善优先级,并提出相应的优化策略。

1 地铁车站无障碍服务评价体系构建

1.1 评价体系框架

基于对地铁无障碍服务需求的实地调研,本文结合地铁车站空间与设施特性,借鉴国内外相关理论与设计规范,从科学性、实用性和适配性出发,构建无障碍服务评价体系。通过引入通用设计理念,强调交通系统不仅要保障弱势群体权益,还要兼顾更广泛群体在不同生命周期、不同身体状态下的使用需求,从而提升交通系统的通用性和包容性。在此理念基础上,将无障碍服务对象统一表述为出行受限群体,并划分为4类:行动障碍群体(包括轮椅使用者、体弱步行困难者、携带大件行李者以及使用婴儿车等辅助工具者)、视力障碍群体(含全盲和弱视群体)、听力障碍群体(含全聋和聋哑群体),以及阅读障碍群体(特指汉字识读困难者)。

从出行链视角出发,结合地铁车站空间的功能层级关系,明确无障碍服务的基本特征和发展目标,遵循系统性、适用性和层次性原则,对准则层的构建机制进行分析。在此基础上,融合结果性和过程性双重评价要求,并综合专家意见,确立无障碍评价体系的基本方向。最终,依托文献资料、科研成果及专家重要性评价,筛选并确定各准则层的评价指标,构建地铁车站无障碍服务评价体系(见图1)。

1.2 评价指标

根据文献研究与实证分析,残障人士的出行障碍呈现显著的生理、心理、环境交互特征^[15]。在生理特征层面,主要表现为肢体活动受限、感知功能缺损及全身运动协调能力差等问题,导致其面临阶梯攀爬障碍及狭小空间通过困难等挑战。在心理认知层面,残障人士普遍存在自我效能感薄弱引发的决策依赖、因重复性出行挫折形成的防御性回

避行为，以及环境适配不足引起的空间焦虑，这些因素共同作用致使残障人士出行需求呈现压缩态势。

基于此，本文将地铁出行流程解构为获取出行信息、抵达与离开车站、车站内无障碍、车厢内无障碍4个主要出行环节。通过空间拓扑分析，将服务场域分为车站室外场地(地面层)、车站出入口及站厅、站厅检票后至站台区域(见图2)，并据此提炼32项评价指标(见图3)。

2 评价方法

2.1 评价方法概述

在综合评价研究中，权重的合理确定直接关系到评价结果的合理性与科学性。随着综合评价理论体系的发展演进^[16]，当前已形成三类权重确定方法：专家经验导向的主观赋权法、数据信息熵驱动的客观赋权法，以及博弈论框架下的组合赋权法。针对地铁车站无障碍服务系统特有的层次性、目标多样

性、系统复杂性的特点，本文采用梯形模糊数及熵值法相结合的组合赋权法，分别从重要性和满意度两个维度确定组合权重并进行排序。

在重要性评价层面，邀请12位硕士及以上学历且具备丰富学术和教育经验的专家，分别对准则层和指标层进行重要性打分，评分标准参照表1。

在满意度评价层面，通过北京市残疾人联合会将问卷发放至北京市中心城区的残障人士，以线上问卷形式为主。调查内容主要分为两部分：第一部分为基本出行信息，包括残障人士个人信息和出行障碍；第二部分是评价指标满意度。共回收420份调查问卷，经筛选后得到有效问卷328份，有效率78%。调查样本中，行动障碍群体占69.21%、视力障碍群体占10.06%、听力障碍群体占4.88%、阅读障碍群体占13.11%、其他障碍占17.38%(此项调查为多选题)；其中需要辅助设备和陪护出行的群体占71%，可以独立出行的群体占29%。

2.2 评价指标权重

本文运用组合赋权法确定地铁车站无障碍服务评价指标权重，通过三级权重合成机制实现评价体系的优化。具体实施过程包含3个规范化阶段：第一阶段是主观权重计算，组织12名专家对指标体系进行层级化评分(见表2)，并运用乘积合成法计算准则层权重(见表3)，指标层主观权重分布见图4a；第二阶段是客观权重计算，基于328份有效问卷数据，采用熵值法量化指标信息效用值，借助SPSS 26.0完成数据标准化处理及熵值计算，指标层客观权重见图4b；第三阶段是组合权重计算，采用线性加权组合法，该方法克服了乘法合成归一化出现的

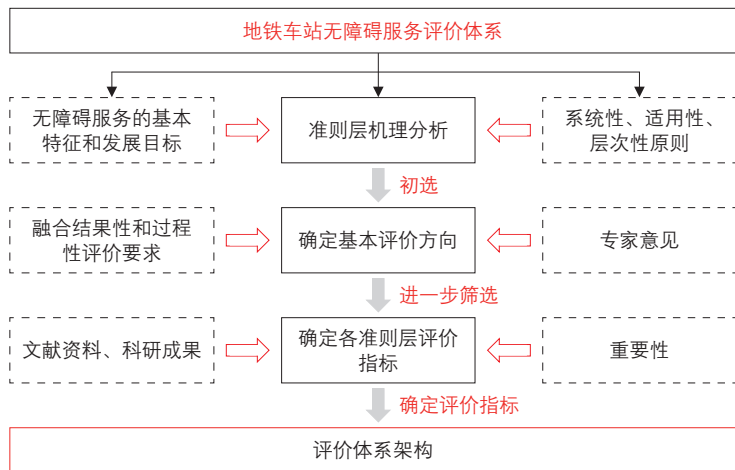


图1 地铁车站无障碍服务评价体系架构

Fig.1 Framework of the accessibility service evaluation system for subway stations

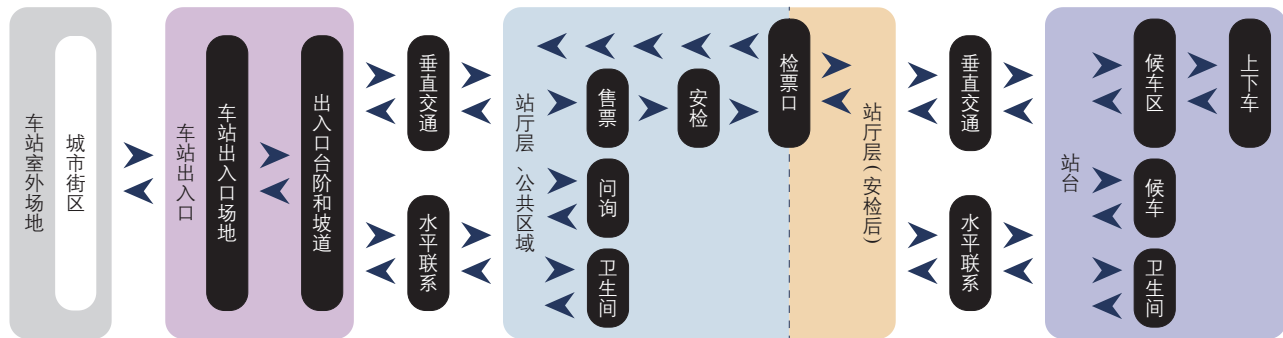


图2 地铁车站无障碍出行流程与服务场域

Fig.2 Accessible travel processes and service zones within subway stations

资料来源：文献[7]。

“倍增效应”，具有较好的应用效果。通过将主客观权重和客观权重线性加权求和，得到组合权重 $w_j = \alpha w_j + (1 - \alpha)w_j$ ，取 $\alpha = 0.5$ 。为

确保组合权重的可比性与规范性，将所有组合权重相加后的结果进行归一化，最终得到具有较高性能的主客观组合权重值(见表4)。

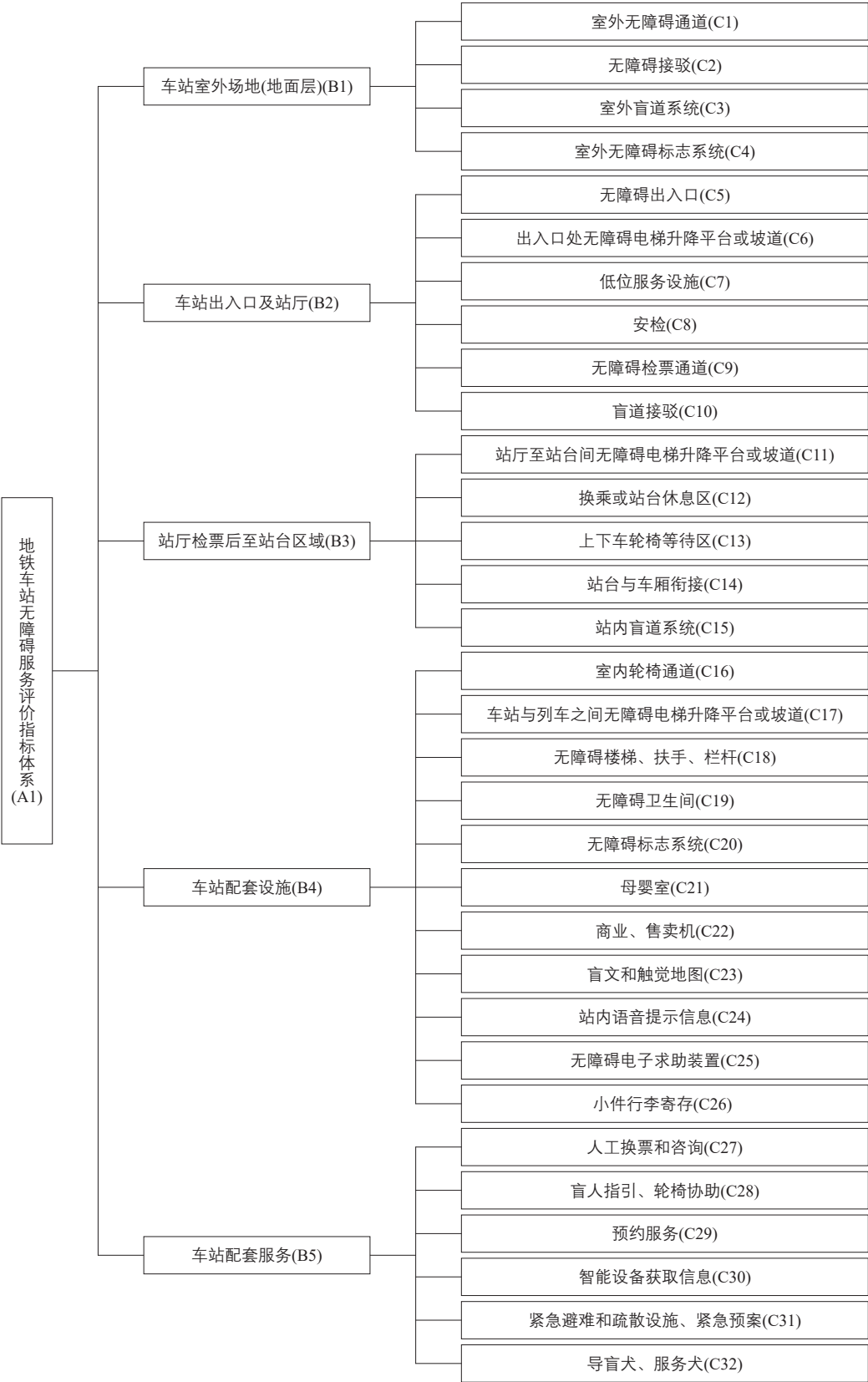


图3 地铁车站无障碍服务评价指标
Fig.3 Evaluation indicators for accessibility services in subway stations

2.3 综合评价标准

基于所构建的评价体系，对车站无障碍服务进行系统评价。通过对各项指标进行量化打分与加权计算，得到各车站的综合评价价值，并依据设定的服务等级标准(见表5)进行等级判定，最终得出地铁车站无障碍服务的评价结果。

3 案例分析

3.1 案例概况

为验证地铁车站无障碍服务评价体系的

适用性和有效性，选取北京市地铁西直门站作为实例进行调研分析，并在此基础上归纳总结地铁车站无障碍服务的影响因素。

西直门站位于西直门外大街与西直门内大街交汇处的西直门立交桥地下空间，是北京地铁2号线、4号线和13号线的换乘枢纽站。车站周边居住密度较高，邻近多个居民小区，且残障人士相关的基础服务设施较为集中，具备较强的服务对象代表性。车站共设有9个出入口，其中2个为无障碍出入口，C口设有升降平台及坡道，基本满足无障碍通行需求。以车站为中心800 m缓冲区作为研究区域，以车站周边“15分钟生活圈”为研究范围，将服务设施点可视化(见图5)。车站内设有无障碍电梯、轮椅升降平台、无障碍标志系统等多处无障碍设施(见图6)。

3.2 无障碍服务评价结果

基于地铁车站无障碍服务评价体系对西直门站进行实地调研与量化评分。指标层评价结果如图7所示，车站综合评价价值为60分(见表6)，表明西直门站无障碍服务整体效能一般，具有较大提升空间。从准则层得分

表1 地铁车站无障碍服务评价模糊词汇和模糊数

Tab.1 Fuzzy linguistic terms and fuzzy numbers for accessibility service evaluation of subway stations

模糊词汇	模糊数
很低(VL)	(0, 0, 0, 3)
低(L)	(0, 3, 3, 5)
中等(M)	(2, 5, 5, 8)
高(H)	(5, 7, 7, 10)
很高(VH)	(7, 10, 10, 10)

表2 地铁车站无障碍服务指标重要度评价结果

Tab.2 Importance evaluation results of accessibility service indicators for subway stations

准则层指标	专家											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
车站室外场地(地面层)(B1)	VH	VH	VH	VH	H	VH	VH	H	VH	VH	VH	VH
车站出入口及站厅(B2)	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH
站厅检票后至站台区域(B3)	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	H	VH	VH	VH	VH
车站配套设施(B4)	H	H	H	H	H	VH	VH	H	VH	H	VH	VH
车站配套服务(B5)	H	H	H	H	H	VH	VH	VH	H	H	VH	VH

表3 地铁车站无障碍服务评价准则层权重

Tab.3 Criteria-level weights in accessibility service evaluation of subway stations

项目	准则层				
	车站室外场地(地面层)(B1)	车站出入口及站厅(B2)	站厅检票后至站台区域(B3)	车站配套设施(B4)	车站配套服务(B5)
决策组综合模糊评价	(80/12, 9.5, 9.5, 10)	(7, 10, 10, 10)	(82/12, 117/12, 117/12, 10)	(70/12, 8.25, 8.25, 10)	(67/12, 97/12, 97/12, 118/12)
模糊权重 $d(W_i)$	8.916 7	9.250 0	9.083 3	8.083 3	7.895 8
归一化权重 W_i	0.206 3	0.214 0	0.210 0	0.187 0	0.182 7

注：/前数值为加权平均前的原始值，/后数值为参与人数。保留原始评分量级有助于后续的组合权重计算。

和得分率来看，车站各服务场域的无障碍服务效能存在明显差异。其中，车站配套设施在各维度中得分最高，表明站台层面的基础设施相对完整，电梯、无障碍卫生间等设施配置较为齐备；车站配套服务得分率达80.1%，体现出车站的配套服务已基本满足使用需求，具备较为完善的基础条件。

然而，站厅检票后至站台区域得分率不

足50%，为所有维度中最低，暴露出垂直交通路径、引导信息连续性存在显著短板；车站室外场地(地面层)与车站出入口及站厅指标的得分率均不足60%，揭示出地面层与站厅间通达性不强、出入口设施与主要人流流线匹配度不高等问题。

此外，部分关键细节设施如无障碍电梯升降平台、母婴室、站内语音引导和电子导

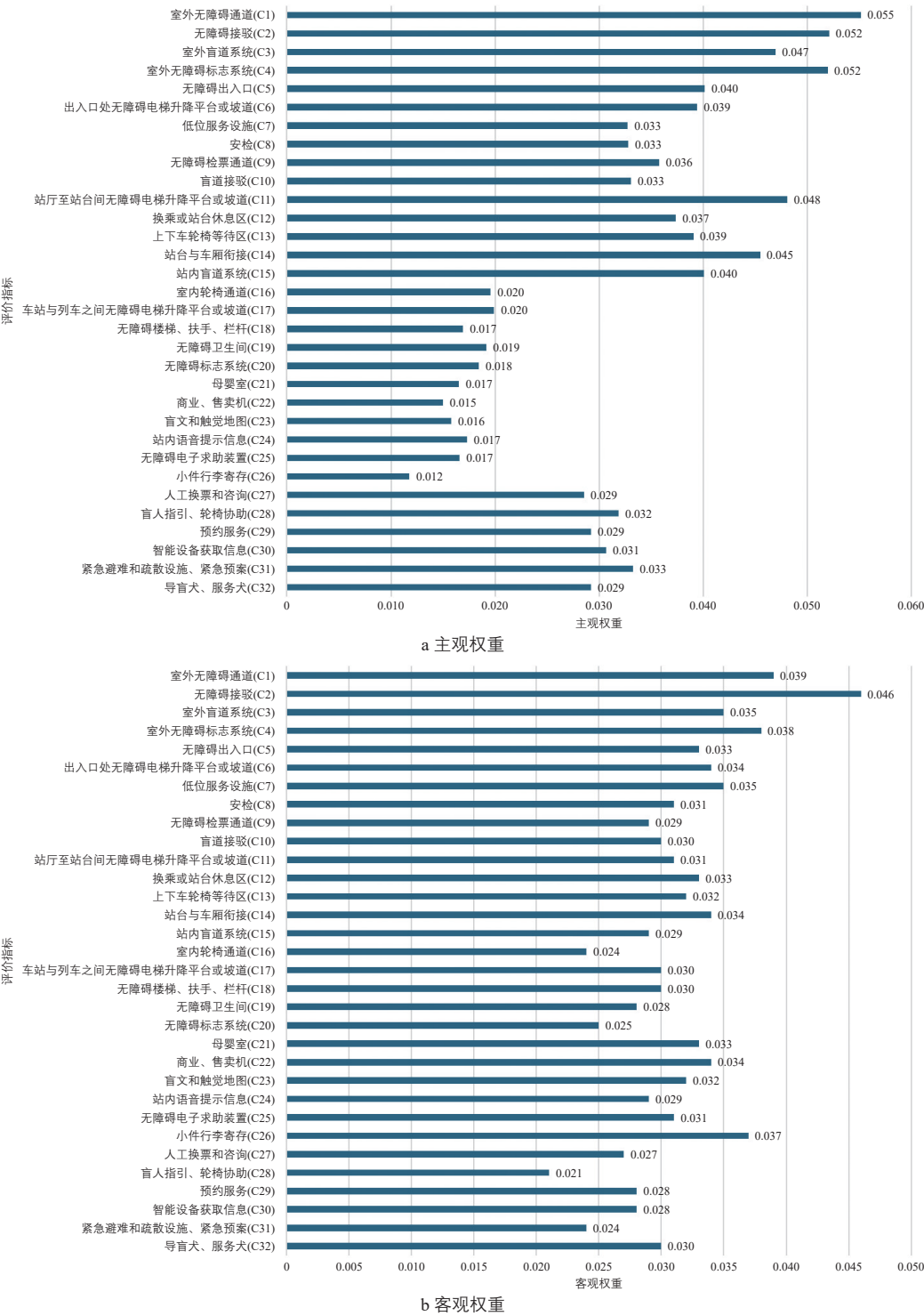


图4 地铁车站无障碍服务评价指标层权重

Fig.4 Indicator-level weights in accessibility service evaluation of subway stations

航设备在调研中出现缺失或不可用的情况，影响出行受限群体的使用便利性和空间感知效率。综上，尽管西直门站在配套设施与基本服务保障方面具备一定基础，但在跨区域

表4 地铁车站无障碍服务评价指标组合权重及排序
Tab.4 Combined weights and ranking of accessibility service evaluation indicators for subway stations

指标层	准则层及权重					归一化组合权重	百分制得分 ¹⁾ /分	权重排序
	车站室外场地(地面层)(B1) (0.2063)	车站出入口及站厅(B2) (0.2140)	站厅检票后至站台区域(B3) (0.2100)	车站配套设施(B4) (0.1870)	车站配套服务(B5) (0.1827)			
室外无障碍通道(C1)	0.039					0.047 086 370	4.7	2
无障碍接驳(C2)	0.046					0.049 067 854	4.9	1
室外盲道系统(C3)	0.035					0.040 973 723	4.1	4
室外无障碍标志系统(C4)	0.038					0.045 004 583	4.5	3
无障碍出入口(C5)		0.033				0.036 568 716	3.6	8
出入口无障碍电梯升降平台或坡道(C6)		0.034				0.036 707 118	3.7	7
低位服务设施(C7)		0.035				0.033 862 332	3.4	12
安检(C8)		0.031				0.031 907 532	3.2	14
无障碍检票通道(C9)		0.029				0.032 399 125	3.2	13
盲道接驳(C10)		0.030				0.031 543 131	3.1	15
站厅至站台间无障碍电梯升降平台或坡道(C11)			0.031			0.039 544 715	3.9	6
换乘或站台休息区(C12)			0.033			0.035 183 394	3.5	10
上下车轮椅等待区(C13)			0.032			0.035 549 870	3.5	9
站台与车厢衔接(C14)			0.034			0.039 745 001	4.0	5
站内盲道系统(C15)			0.029			0.034 537 263	3.4	11
室内轮椅通道(C16)				0.024		0.021 771 776	2.2	31
车站与列车之间无障碍电梯升降平台或坡道(C17)				0.030		0.024 954 426	2.5	22
无障碍楼梯、扶手、栏杆(C18)				0.030		0.023 470 395	2.3	29
无障碍卫生间(C19)				0.028		0.023 589 126	2.4	28
无障碍标志系统(C20)				0.025		0.021 723 826	2.2	32
母婴室(C21)				0.033		0.024 764 913	2.5	23
商业售卖机(C22)				0.034		0.024 511 482	2.5	24
盲文和触觉地图(C23)				0.032		0.023 899 613	2.4	26
站内语音提示信息(C24)				0.029		0.023 153 045	2.4	30
无障碍电子求助装置(C25)				0.031		0.023 787 745	2.4	27
小件行李寄存(C26)				0.037		0.024 367 632	2.4	25
人工换票和咨询(C27)					0.027	0.027 773 359	2.8	20
盲人指引、轮椅协助(C28)					0.021	0.026 426 488	2.6	21
预约服务(C29)					0.028	0.028 595 920	2.9	19
智能设备获取信息(C30)					0.028	0.029 321 684	2.9	17
紧急避难和疏散设施、紧急预案(C31)					0.024	0.028 611 931	2.9	18
导盲犬、服务犬(C32)					0.030	0.029 595 920	3.0	16

1) 百分制得分由归一化组合权重乘以100得到，用以表示各指标在总评价中的相对贡献程度。

无障碍服务连续性、服务群体覆盖效能以及部分服务响应及时性等方面仍存在明显瓶颈。

3.3 无障碍服务影响因素分析

3.3.1 跨区域无障碍服务连续性

依据表 4，无障碍接驳(C2)权重最高，表明设施连通性是决定无障碍服务的关键因素。从得分来看并不理想。西直门站周边街区的平面与立体交通无障碍接驳设施尚不完善，部分街道台阶及交叉口存在高差和地面不平整问题，影响残障人士无障碍通行。此外，车站外部停车场未设置无障碍停车位，站外广场内部也缺乏无障碍接送停靠点，进一步影响无障碍出行的便捷性与连续性。

室外无障碍通道(C1)权重排名第二，得分依旧不理想。多数车站外部及周边街区虽设有盲道，由于电动自行车、自行车及栏杆占用，影响盲道使用效率。此外，盲道与周边建筑物之间的无障碍流线不连续，导致残障人士难以顺利抵达地铁车站。车站室内空间中，设施连通性的高权重指标主要包括无障碍出入口(C5)和站台与车厢衔接(C14)。

综合来看，西直门站无障碍环境建设在设施衔接性、通行流畅性及空间可达性等方面仍存在较大优化空间。

3.3.2 无障碍服务效能

地铁车站的无障碍设施配置主要以肢体障碍和视力残障人士的使用需求为核心，部分设施兼顾老年人、大件行李携带者以及婴儿车使用者。针对听力障碍、阅读障碍等群体的无障碍设施几乎缺失，更难以达到通用设计标准，无法满足所有潜在用户的需求。基于此，本文绘制不同类型出行受限群体在各出行环节中面临的问题(见图 8)。

西直门站的评价结果显示，不同障碍群体在地铁出行中对无障碍设施的需求存在显著差异。针对行动障碍群体，地铁站配置无障碍电梯、升降平台和坡道等设施，整体条件较为完善，但实际使用效率偏低，部分无障碍电梯处于关闭状态，升降平台则需要联系工作人员使用。对于视力障碍群体，室外盲道系统(C3)、站内盲道系统(C15)和盲道接驳(C10)等指标权重较高，表明盲道系统性对其出行尤为关键。对于听力障碍群体，室外无障碍标志系统(C4)是权重最高的指标，也是引导残障人士顺利进入地铁站的重要设施。

评价结果表明，地铁站出入口处无障碍

电梯的导向标志存在可视性低、辨识度不高等问题，导致乘客难以快速找到相应设施。车站内部无障碍标志系统整体较为完善，大多数车站已配备连续性无障碍指引标志，并具备方向指示功能，且标志内容涵盖中英文信息，以满足不同乘客的识别需求。然而，从视力障碍与听力障碍群体的使用评价来看，现有标志系统仍难以全面覆盖多样化的出行受限需求，无法为所有残障人士提供精准、高效的出行指引。

3.3.3 无障碍服务响应及时性

在完善的无障碍系统设计下，出行需求较高的乘客仍需消耗比普通出行更多的时间获取相关信息并定位无障碍设施。然而，由于不同车站的设施配置存在差异，且车站内外空间衔接性差，导致残障人士难以顺畅地完成出行。此外，无障碍设施的使用灵活性较低，其可达性和可用性在很大程度上受车站不同时段的调度安排影响，进一步限制了无障碍出行的便利性与连贯性。

依据评价体系的指标权重与西直门站评价结果，出入口无障碍电梯升降平台或坡道(C6)、低位服务设施(C7)等指标权重较高。但调研发现，部分无障碍设施服务响应存在“看得见、用不上”的问题。例如：乘客使用无障碍电梯通常需要通过对讲按钮联系站务人员开启电梯；部分建成时间较早的车站在楼梯处设置了无障碍升降平台，但需要联

表 5 地铁车站无障碍服务评价标准

Tab.5 Evaluation standards for accessibility services in subway stations

服务等级	优秀	良好	一般	较差
综合评价值	80~100	70~<80	60~<70	<60

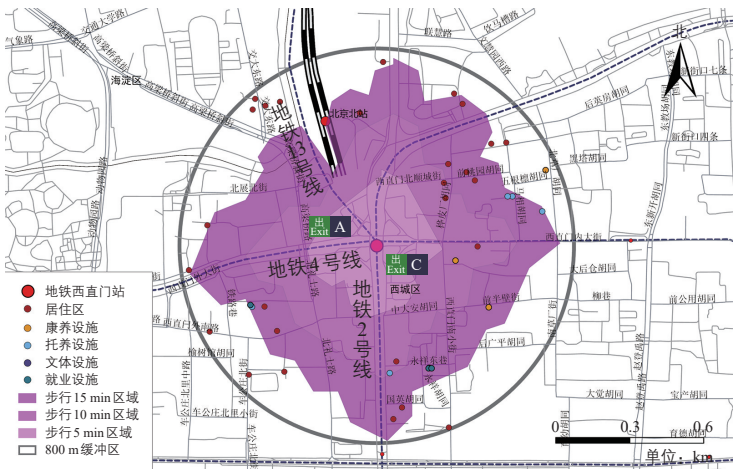


图 5 北京市地铁西直门站周边概况
Fig.5 Overview of the area surrounding Xizhimen Station

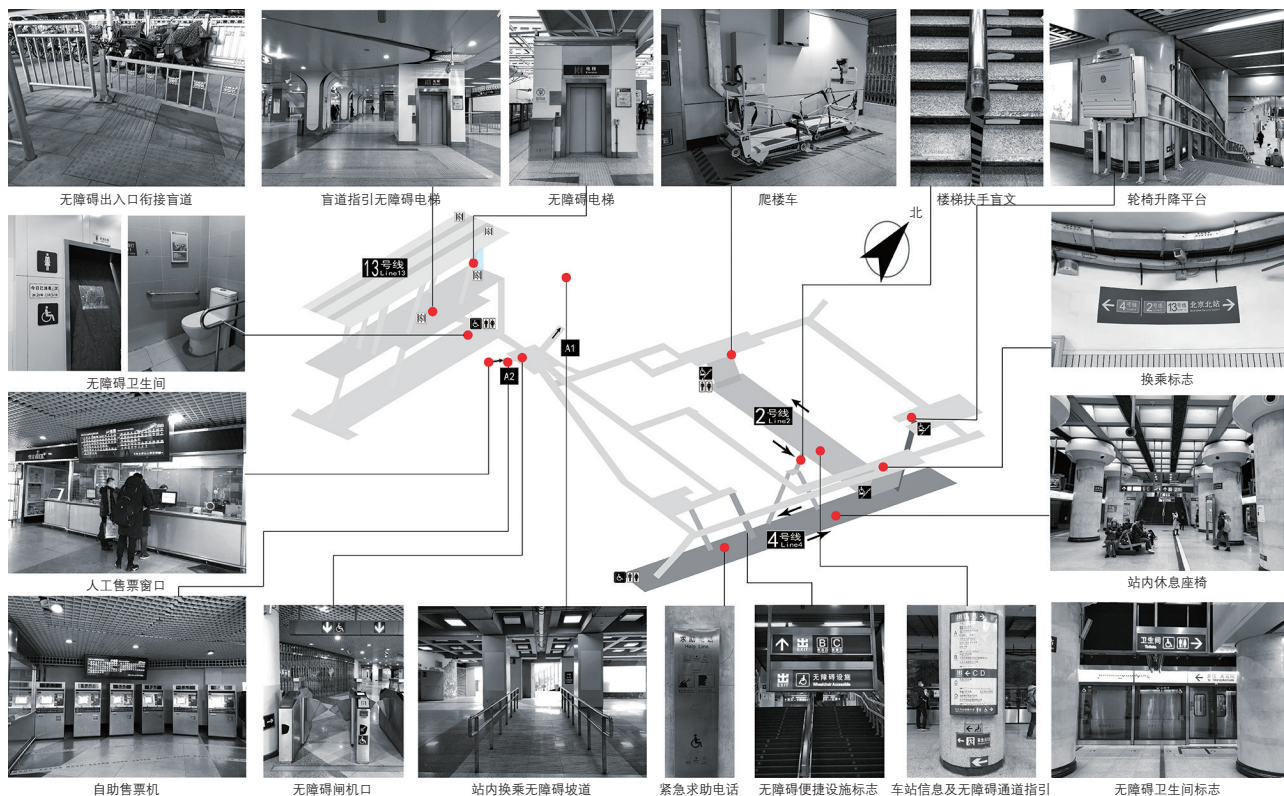


图6 北京市地铁西直门站内无障碍设施分布

Fig.6 Distribution of accessibility facilities within Xizhimen Station

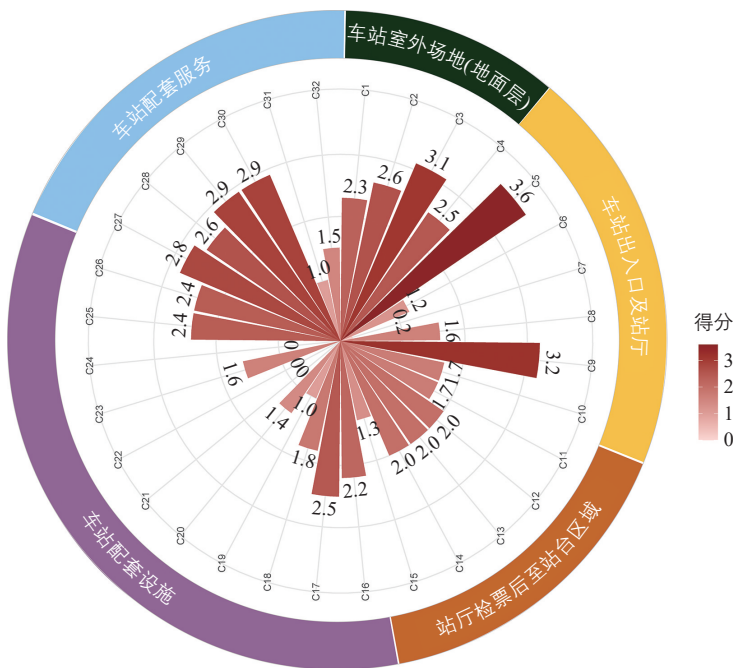


图7 北京市地铁西直门站无障碍服务评价指标层结果

Fig.7 Indicator-level evaluation results for accessibility services at Xizhimen Station

系工作人员开启。此外，多处车站未设置低位服务设施，残障人士需寻找工作人员购票，致使设备使用效率不高。这种服务滞后和脱节现象在客流高峰期尤为突出，反映出西直门站在无障碍服务运营机制与日常响应流程方面仍有优化空间。

4 无障碍服务优化策略

结合前述实地调查与评价结果，以地铁车站无障碍服务指标的现状评分为基础，从问题导向和目标导向出发，重点识别和分析当前无障碍服务系统中存在的薄弱环节与短板。优化策略将聚焦于提升得分偏低的关键指标，以有针对性地解决最迫切问题；同时，立足国家“到2035年基本建成无障碍出行服务体系”战略目标，进一步提出系统性的优化策略(见图9)。

4.1 无障碍出行链全周期整合

4.1.1 无障碍设施全流程衔接

基于空间拓扑优化的出行服务链全周期整合要求，需要建立车站外部空间无障碍接驳体系(见图10)。衔接性层面，要求城市规划部门与城市轨道交通运营商协同，在车站外部广场建立拓扑连接标准。例如，强化城市道路盲道与地铁车站边界的连续性，使缘石坡道与行人行进方向匹配。通达性层面，通过消除地铁车站出入口与城市界面之间的空间障碍(如台阶、高差等)，实现无障碍设施系统性衔接。例如日本大阪地铁的流线拓扑优化实践，通过取消站厅层与地面层的所

有断点，提升了轮椅使用者的出行便捷性。

4.1.2 无障碍通行空间优化

行动不便的残疾人和老年人行走时步态不稳，难以看清路径或识别地面台阶。在设计无障碍动线和走廊通道时，一方面应当保证轮椅、婴儿车等有足够的通行宽度，净宽度宜为1 800 mm，可让两名轮椅或婴儿车使用者同时通过；另一方面，通道过长时应在出行路径的凹处设置休息座椅，间隔不超过50 m，座椅侧边应设置轮椅席位，以便残障人士休息(见图11)。

4.1.3 无障碍设施精细化

无障碍环境建设应遵循自主可达性原则，通过包容性设计减少人工干预依赖。重点优化3个方面：1)机械辅助设施(如升降平台、爬楼车等)需配置智能引导系统，建立设施状态实时监测与维护响应机制；2)关键功能节点(如卫生间、母婴室等)需设置多模态求助终端，并符合人机交互标准；3)在站台间隙处采用橡胶缓冲装置，便于轮椅或婴儿车使用者上下车。在此基础上，构建预警疏散体系，配置视觉警报装置、定向音频提示与触觉震动引导路径，以此提升无障碍应急系统效能。

4.2 环境信息协同交互机制建立

针对轮椅使用者、步行障碍者及大件行李携带者等群体，需构建“空间-视觉”协同引导体系。首要任务是消除乘客在车站内外水平通行时因台阶和高差造成的障碍，可通过增设无障碍坡道来重点解决。同时，在安检区配置轮椅回转引导区，采用悬挂高度1.2~1.5 m的倾斜式视觉标志系统，并通过国家和行业规范明确大件行李通道的通行标准，为地方实施提供依据。

针对全盲、弱视、畏光、色盲、色弱等视力障碍群体，基于多模态感知补偿理论建立“触-听-光”三级引导机制：第一层级

表6 北京市地铁西直门站无障碍服务评价准则层得分
Tab.6 Criteria-level evaluation scores for accessibility services at Xizhimen Station

准则层	现状得分(满分)
车站室外场地(地面层)	10.5(18.2)
车站出入口及站厅	11.5(20.2)
站厅检票后至站台区域	9(18.3)
车站配套设施	15.3(26.2)
车站配套服务	13.7(17.1)
综合评价	60(100)

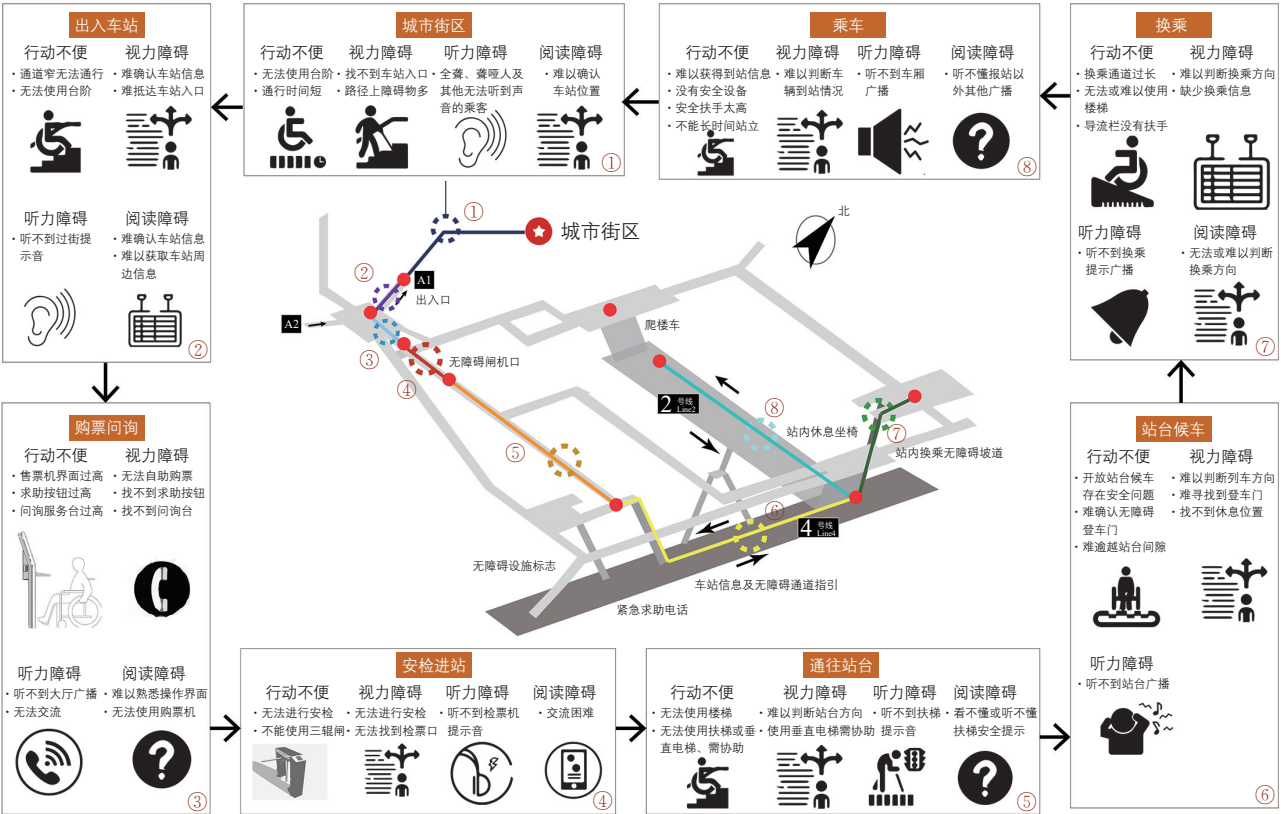
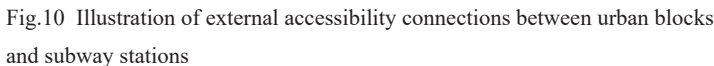
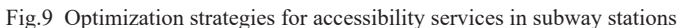


图8 不同类型出行受限群体在各出行环节中面临的问题

Fig.8 Challenges faced by different mobility-impaired groups at various travel stages



基于人本服务范式构建三级精准支持

3) 在提升车站包容性设计方面，主动服务设施需增设盲文服务卡与手语交互屏，配套智能轮椅服务和导盲犬、服务犬准入标志；人员服务能力建设应包含站务员轮椅折叠和导盲犬交接等基础技能培训；应急包容支持则需制定定向疏散方案并建立分群体指引系统。

本文构建了地铁站无障碍服务评价体系,运用梯形模糊数和熵值法相结合的组合赋权法确定指标权重,为地铁站无障碍环境建设提供多维度评价框架。结果表明,残障人士在不同出行环节面临的障碍及其对设施服务的需求存在显著差异;通过相关指标的权重分析,进一步识别了影响无障碍服务的重要因素。地铁站无障碍环境对推动以

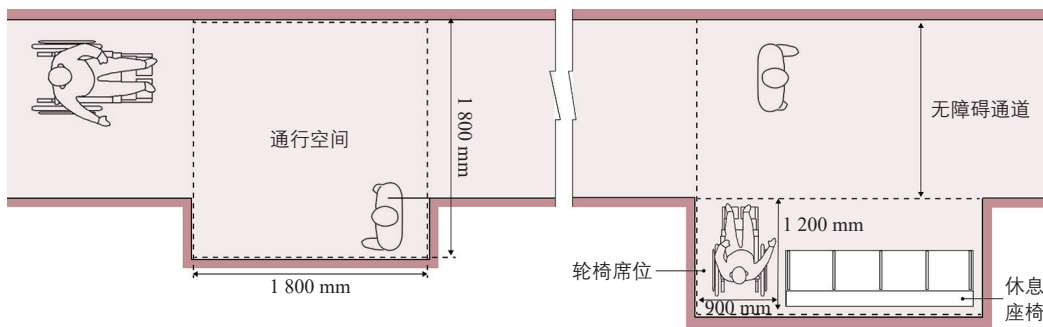


图11 地铁站内部无障碍通道优化示意

Fig.11 Illustration of internal accessible passageway optimization within subway stations

人为本的城市建设具有重要作用，应注重出行全流程中各环节的衔接与适配，系统完善无障碍出行链体系建设。地铁站无障碍服务应建立“人—空间—设施”系统性耦合机制，实现从碎片化设施配置向全流程功能整合转型，以提升出行链连续性与空间适配性。

参考文献：

References:

[1] 浙江省第二次全国残疾人抽样调查办公室. 第二次全国残疾人抽样调查资料[M]. 北京: 中国统计出版社, 2007.

[2] 人民网-人民日报. 坚守人民情怀, 走好新时代的长征路: 习近平在湖南考察并主持召开基层代表座谈会纪实[EB/OL]. (2020-09-21) [2025-03-11]. <https://www.rmzxw.com.cn/c/2020-09-21/2672407.shtml>.

[3] 李玉书. 上海市轨道交通无障碍出行的适老需求研究[J]. 交通与运输, 2024, 37(s1): 138-140.

LI Y S. A study on elderly-friendly demand in accessible trips of Shanghai rail transit[J]. Traffic & transportation, 2024, 37(s1): 138-140.

[4] 夏菁, 王兴平, 王乙喆. 残疾人无障碍出行环境优化策略研究: 以南京市为例[J]. 残疾人发展理论研究, 2017, 1(1): 176-188.

[5] 权海源, 周卫, 吕彬, 等. 以无障碍环境建设为主导的城市更新改造策略: 崇礼主城区道路空间实证研究[J]. 住区, 2020(3): 134-139.

QUAN H Y, ZHOU W, LYU B, et al. Urban renewal strategy dominated by barrier-free environment construction: empirical study of road space in Chongli[J]. Design community, 2020(3): 134-139.

[6] 潘海啸, 华夏, 孙艳丽, 等. 轨道交通无障碍环境建设中的“通用设计”体系[J]. 城市建筑, 2021, 18(7): 128-133.

PAN H X, HUA X, SUN Y L, et al. The “universal design principals” for accessible rail transit service[J]. Urbanism and architecture, 2021, 18(7): 128-133.

[7] LAUTSO K, MUROLE P. A Study of pedestrian traffic in Helsinki: methods and results[J]. Traffic engineering and control, 1974, 15(9): 446-469.

[8] SHELIA S. Determination of service levels for pedestrians with European examples[M]. Washington DC: Transportation Research Board (TRB), 1993.

[9] JODIE Y S L, William H K L. Levels of service for stairway in Hong Kong underground stations[J]. Journal of transportation engineering, 2003, 129(2): 196-202.

[10] 向兵, 孙有望. 城市轨道交通乘客服务水平评价方法研究[J]. 城市轨道交通研究, 2008(9): 15-18.

XIANG B, SUN Y W. An evaluation index system of passenger service performance of URT[J]. Urban mass transit, 2008(9): 15-18.

[11] 李映红, 孙慧娟. 快速公交(BRT)服务水平评价研究[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2010, 29(2): 285-290.

LI Y H, SUN H J. Evaluation and research of BRT service level[J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (natural science), 2010, 29(2): 285-290.

[12] 曹守华, 袁振洲, 张驰清, 等. 基于乘客感知的城市轨道交通通道服务水平划分[J]. 交通运输系统工程与信息, 2009, 9(2): 99-104.

CAO S H, YUAN Z Z, ZHANG C Q, et al. LOS classification for urban rail transit passages based on passenger perceptions[J]. Journal of transportation systems engineering and information technology, 2009, 9(2): 99-104.

(下转第110页)