

# 城市轨道交通换乘序列空间适老对策探析<sup>\*</sup>

Study on Senior-Friendly Strategies for Transfer Sequence Spaces at Urban Rail Transit Stations

褚冬竹<sup>1</sup>, 沈方圆<sup>2</sup>

CHU Dong-zhu, SHEN Fang-yuan



开放科学 (资源服务)

标识码 (OSID)

【本文引用格式】褚冬竹, 沈方圆. 城市轨道交通换乘序列空间适老对策探析 [J]. 南方建筑, 2021 (4): 39–46.

CHU Dong-zhu, SHEN Fang-yuan. Study on Senior-Friendly Strategies for Transfer Sequence Spaces at Urban Rail Transit Stations [J]. South Architecture, 2021 (4): 39–46.

**摘要** 老年人作为生理弱势人群的代表, 具有平等享受公共物品的权利。以老年人群搭乘轨道交通中的换乘行为为研究对象, 通过路径跟随、访谈、心理量研究等方法, 结合国内外文献研究, 剖析轨道交通换乘序列空间与老年人群生理条件和行为特点的矛盾关键, 进一步提出轨道交通换乘空间设计的适老策略。

**关键词** 老年人; 轨道交通; 交通换乘; 生理弱势群体; 安全; 公共空间

**\* 基金项目:** 国家自然科学基金面上项目 (52078070); 高级差客流条件下轨道交通站点影响域空间预应变关键技术与设计方法。

**中图分类号** TU248.1; TU248.2

**文献标志码** A

**DOI** 10.3969/j.issn.1000-0232.2021.04.039

**文章编号** 1000-0232 (2021) 04-0039-08

**作者简介** <sup>1</sup> 重庆大学建筑城规学院, 教授; 重庆市设计院有限公司, 总建筑师, 电子邮箱: c.dz@vip.163.com; <sup>2</sup> 成都市都江堰市精华灌区康养产业功能区管理委员会, 工作人员

**ABSTRACT** As a population with a high proportion of physiologically disadvantaged individuals, the elderly have equal rights to use public resources. In reality, it is often difficult to realize or fully realize equitable access to various public resources due to a number of conditions such as population differences, policy guidelines, spatial limitations, and economic constraints. In the context of global ageing and the rapid development of urban public transport, the number of elderly persons who choose to use rail transit to participate in urban public activities continues to increase. However, the relatively complex transfer process and route space at rail transit stations pose objective obstacles to the elderly when traveling. On this basis, a study on the transport transfer behaviours of elderly persons is conducted to explore the protection of transport space rights for the physiologically disadvantaged, aiming at achieving the scientific and equitable allocation of medium and micro spatial resources. This will have positive significance for the realization of social sharing and equitable development.

Through a variety of research methods such as path-following, interviews, and psychological research, and combined with domestic and international literature, two fundamental characteristics of rail travel among the elderly have been determined. The travel status of elderly persons is influenced by their weight, their number of peers, crowd density, and

the form of transport. Compared to young and middle-aged people, the elderly rely more on physical space and signage guidance, are more likely to stop in front of signage information, and are prone to fall in the process of wayfinding and relatively frequent up-and-down spatial transfers. A correlation analysis of data obtained from a survey on the satisfaction of seniors with public transit shows that vertical facilities, walking environments, and physical space characteristics are the main factors influencing their evaluation of transit stations. The gaps between the reality of rail transit transfer sequence spaces and the physiological needs and behavioral characteristics of the elderly mainly lie in the lack of a system of barrier-free services in pedestrian spaces, the lack of clearly organized transfer routes, the contradiction between the supporting facilities and their required large capacity, the lack of an effective emergency response mechanism, and the low quality of the physical environment.

In response to the above problems, a senior-friendly strategy for the design of rail transit transfer spaces is established with considerations for improving the accessibility of pedestrian spaces, optimization and organization of transfer routes, and improvement of supporting facilities and emergency response mechanisms. Among others, the design of accessible paths is optimized by eliminating height differences, reducing turns and abrupt changes, installing escalators for vertical transfers between platforms, and reducing walking and perceived distances. The accessibility of signage is optimized by enhancing the identification of different routes, increasing corner guidance, optimizing guidance signs, and controlling the distance between signs and spatial nodes. In terms of optimizing the organization of transfer routes, suggestions are put forward mainly based on the optimization of transfers in the shared station hall. Regarding supporting facilities, an analysis of the emergencies that may befall seniors during travel is conducted considering the physiological characteristics of the elderly. The possibility of setting up first-aid spaces and facilities at station entrances and exits, station halls, and platforms is explored for the purpose of responding quickly to emergencies, avoiding more severe injuries, and safeguarding the health of the elderly when traveling to the greatest extent possible.

**KEY WORDS** elderly people; rail transit; traffic transfer; disadvantaged groups; safety; public space

1 老年人群生理特征与其空间权利

我国自 20 世纪末进入老龄化社会以来，尤其伴随近年出生人口下滑，老年人口数量和整体占比持续增长并明显加剧，相当数量城市已进入深度老龄化社会阶段。但相较于部分老龄化现象凸显的发达国家，我国“未富先老”社会问题则更为突出。基于国情，提供更高质量的适老产品供给体系，建设老年友好型社会环境与物质环境，保障老年人对公共物品拥有平等使用权利“是贯彻以人民为中心的发展思想的内在要求，是实现经济高质量发展的必要保障，是维护国家安全和社会和谐稳定的重要举措”<sup>[1]</sup>，更可视作检验城市本质与文明的关键。空间正义“作为基于空间维度的资源公平性配置与公正性维护”<sup>[2]</sup>，其实现程度依赖于由公共空间、基础设施、公共服务共同构建而成的公共物品体系质量和实效。现实中，本应公平共享的权利却可能因人群差异、空间局限、经济制约等若干条件难以完全实现。其中，因生理弱势因素处于公共物品使用劣势的群体成为实现“平等权利”的重点和焦点。在全球老龄化背景下，以生理素质和能力明显下降的老年人群为代表的生理性弱势群体<sup>1)</sup>事实上很难平等享受城市公共物品（表 1）。

随着生活、医疗水平的提高及渐进式延迟退休改革政策<sup>2)</sup>的逐步实施，老年人群通过公共交通系统参与城市活动的需求日益提升。轨道交通线网密度的增加、换乘站点增多，对部分信息获取能力较弱的老年人群而言成为一定障碍，必须完善无障碍出行服务体系<sup>[8]</sup>，保障老年群体在相对复杂的换乘空间内顺利出行。现阶段针对老年人群出行特征与轨道交通适老化的研究仍以宏观数据分析和单线站点研究为主。已有研究在出行特征上，结合站点周边的活动数量对老年人群站点可达性进行量化<sup>[9]</sup>，并利用地铁 IC 卡数据，研究老年群体轨道交通出行时段、距离和时耗、出行次数等特征<sup>[10]</sup>，总结出老年人地铁出行影响因素与需求<sup>[11]</sup>，并根据老年人出行需求建立城市轨道交通站点服务质量指标体系<sup>[12]</sup>；在轨道交通适老化方面，通过对老年交通出行信息认知与认知系统进行研究，提出改善视觉信息传达的方法<sup>[3, 13]</sup>；国内研究也较多关注特殊人群轨道交通出行路径探索<sup>[14]</sup>与无障碍设计<sup>[15]</sup>。对老年人群换乘这类复杂行为、需求与空间关联，以及以老年人群为代表的生理性弱势群体健康与安全出行的空间与设施研究仍需进一步纵深<sup>[16]</sup>。

2 老年人群交通出行特征与主要差异

在环境行为与空间设计中，行为、心理、时间与空间四个要素相互渗透，不可分割地形成统一的系统，并且在彼此影响中呈现动态变化的过程<sup>[17]</sup>。老年人群在交通行为中的空间需求与其他中青年群体存在明显差异，需从其“生理/心理-时间/空间”关联与换乘出行特征出发，找寻换乘适老关键问题（图 1，表 2）。

为进一步获取老年人群轨道交通换乘行为难点和关键问题，

表 1 老年人生理特征与需求

		具体表现	需求特性
感知机能	视觉下降	· 视网膜扁平、厚度增加；散光、视象模糊加剧 · 晶状体变黄：辨色能力减弱、尤其是绿色和蓝色 · 暗适应和光适应：对明暗变化的适应减慢 · 视敏度：区分物体细节的敏锐度降低 · 运动知觉：远近物体的位置、运动和速度的分辨能力下降 <sup>[3]</sup>	· 充足的光照环境； · 明暗空间的适宜光环境过渡 <sup>[4]</sup> ； · 区分物体的垂直与水平面
	听觉下降	· 中耳鼓膜弹性降低、中耳的小听骨髓硬化、内耳耳膜出现某种退化性变化、听觉通路和听觉皮层神经元和神经纤维数目减少； · 纯音听力降低、高频声音辨别降低、语言听觉降低、听觉丧失等问题 <sup>[5]</sup>	· 减少噪音，提高声音的传播效率
	嗅觉、味觉、触觉	· 敏感程度降低	· 加强触觉信息传递 · 增加嗅觉信息传递
中枢神经系统机能	中枢和周围神经系统退化	· 智力、感觉、反应、平衡、步态及协同运动能力下降； · 反应较迟钝、速度缓慢、灵活性较差、动态平衡能力下降 <sup>[6]</sup>	· 地面平坦且防滑 · 减少高差 · 减少转角 · 减少负重 · 减少步行中的认知任务
运动系统机能	骨骼、关节、肌肉、韧带受损甚至病变	· 肌力（尤其是下肢力量）减退、关节稳定性和灵活性降低、平衡能力下降、步态异常，容易跌倒； · 老年人步行速度明显降低：60 岁时，步行速度为 1.2m/s；60 至 75 岁，步行速度由 1.2m/s 降低至 1.0m/s；75 岁至 100 岁时，步行速度由 1.0 m/s 下降至 0.4 m/s <sup>[7]</sup> 。	
免疫系统机能	新陈代谢减缓	· 对周围环境的变化更加敏感（主要为温度、湿度、气候）、适应能力较弱，增强了患病的风险	· 良好通风环境 · 适宜温度
呼吸系统机能	呼吸系统退化	· 肺通气、换气功能减退，弥散能力较弱	

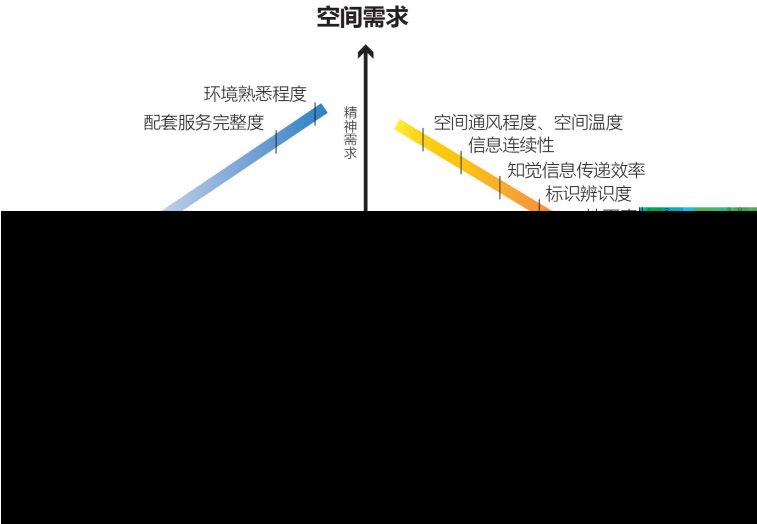


图 1 老年人群“生理/心理-时间/空间”关联

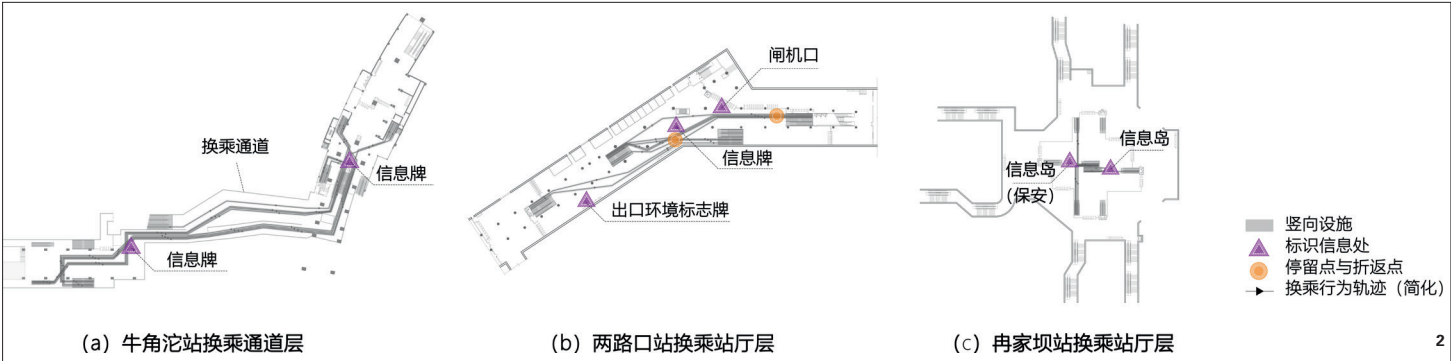


表 2 不同国家与地区老年人群轨道交通出行特征

资料来源	国家 / 地区	老年人群轨道交通（公共交通）出行特征			
		出行目的	出行距离	出行时段	出行频率
Analysis of travel characteristics and access mode choice of elderly urban rail riders in Denver, Colorado <sup>[18]</sup> (2020.04)	丹佛市(美国)	· 通勤 · 社交活动	/	· 步行、自行车接驳出行高峰为 10:00~12:00; · 公交接驳的老年人出行时间分布均匀	/
A Case Study of Elderly Public Transport Accessibility <sup>[19]</sup> (2018.12)	墨尔本(澳大利亚)	· 回家 · 商业场所	· 平均为 2.8~27.3km	· 9:30~15:00	/
大都市交通センサス分析調査報告書 <sup>[20]</sup> (2018.03)	东京首都圈(日本)	· 通勤 · 回家 · 个人事务	· 平均为 17.5km~20.3km	· 通勤目的的乘车高峰为 7:00~7:14; · 个人事务出勤的乘车高峰为 9:00~10:00	· 5 日 / 周比例较大, 主要受通勤因素影响
基于 IC 卡数据的老年人地铁出行特征研究分析 <sup>[10]</sup> (2016.09)	长沙(中国)	/	· 工作日平均出行距离为 5.5km; · 周末平均出行距离为 6.0km	· 工作日出行高峰为 8:00~10:00 与 15:00~17:00; · 周末为 8:30~10:30 与 13:30~16:00	· 工作日为 1.59 次; · 周末为 1.51 次
本文访谈数据 (2019~2020)	成渝两地(中国)	· 娱乐购物 · 走访朋友	/	· 上午 9:00~11:00; · 下午 2:00~4:00	· 平均 1~3 次 / 周

研究选择在重庆市 3 个换乘站点（牛角沱站、两路口站、冉家坝站）对老年人进行行为观察（图 2 为三个站点重要换乘层行为轨迹）和满意度调查<sup>3)</sup>。老年人步行速率受自身负重、同行人数、人流密度、换乘形式的影响。满意度调查（图 3）体现出的共性问题主要为路径便捷度、座椅完善度和卫生设施数量。三个站点差异性问题的也较为明显：牛角沱站的步行距离和步行台阶满意度较低；两路口站是早期建设的地下站点，在空间光照、环境噪音和通风换气上评价较低，步行转弯较多；冉家坝站为新建站点，物理环境整体满意度较高。此外，大部分老年受访者一致认为站内急救设施和服务非常必要。相关性检验结果表明，影响老年人群站点评价的主要因素有三类：竖向设施、步行环境和空间物理特性。从行为观察和满意度调查结果可以总结出老年群体与中青年群体在换乘出行中的行为差异（表 3），由此得出在老年人换乘行为中，全覆盖的无障碍设施与服务、清晰的流线组织、完善的配套设施与急救机制、舒适的物理空间是老年人出行的重要需求，也是空间矛盾关键所在。

3 老年人群换乘行为需求与换乘序列空间矛盾关键

换乘序列空间指人群在多线换乘路径中依次经过的空间与节点，具有连续性与方向性。换乘序列空间包含同台换乘、站台间竖向设施直接换乘、共用站厅换乘与通道换乘等不同的换乘形式。由于同台换乘空间单一，换乘难度相对较小，本文重点讨论后三类换乘形式。老年人在轨道交通换乘出行中依次经过的空间为站台 - 竖向设施 - 不同换乘形式空间 - 竖向设施 - 站台（图 4），易受线路数量、组织方式、路径双向一致性、流线划分、空间引导、

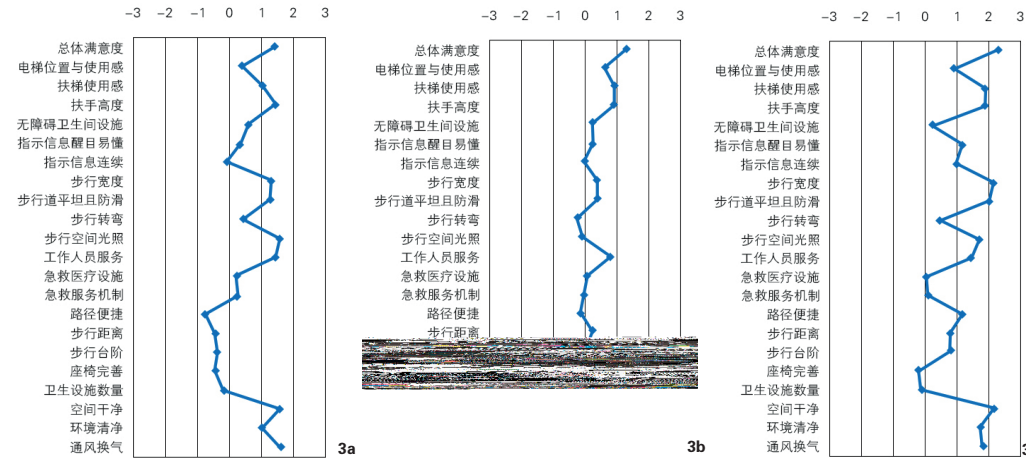
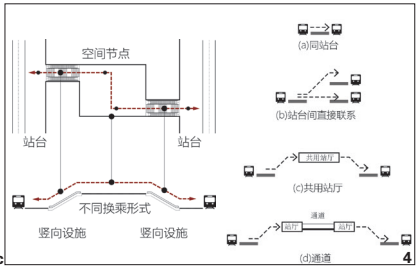


图 2 三个站点重要换乘层行为轨迹与信息点、停留点

图 3 三个站点满意度评价均值（3a 牛角沱站；3b 两路口站；3c 冉家坝站）

图 4 换乘序列空间构成与不同换乘形式





高差转换、路径转角、步行距离和空间界面的影响(图5)。其中,换乘行为需求与空间矛盾关键常出现以下几个方面。

3.1 无障碍服务与措施

轨道交通现有站点建设中,一方面由于空间条件的限制,常见站台间仅用楼梯连接,且为单方向换乘,一定程度上增加了老年人的换乘难度和换乘距离。另一方面,站内通道中的台阶普遍缺乏无障碍坡道,台阶数量较多时易造成老年人腿部压力与疲劳,影响轮椅使用者的自助出行。立体换乘中,高差越大,老年人选择无障碍电梯的倾向越强,除站内换乘路径外,调研团队还观察到重庆市部分站点出入口存在缺少无障碍坡道与扶梯、无障碍电梯不明显等问题,都体现出路径无障碍尚待健全的建设现状。

3.2 关键性引导标识系统

换乘序列空间需要为老年人群提供连续易读的引导标识。目前,换乘导向弱、寻路难是老年人对轨道交通出行产生抵触情绪的重要原因:换乘信息导向复杂,老年人群寻路过程中易出现换乘线路选择错误、路径引导不连续、列车行驶方向判断困难等问题,还存在因查看信息产生的停留与大量人流冲突引发的安全隐患,以及仰视查看标识时产生步行双重任务而导致的跌倒等危险因素。此外,路径转角缺乏标识信息也易造成空间迷失。当换乘线路数量增加时,不同换乘流线的判别与选择难度进一步加大,老年人易跟随错误人群产生折返,进而产生冲撞,导致安全事故。三种换乘形式中,共用站厅换乘由于进站、换乘、出站三种路径在同一空间内集合,流线易产生严重的重合与交叉。多数共用站厅采用栏杆分隔流线,其本身不具备引导属性,使老年乘客不能准确判断换乘流线方向,从而出现较多停留、折返与冲突。同时,共用站厅人群密度较大,老年人步行状态容易受人流密度的负影响,拥挤状况下易产生负面情绪。

3.3 配套设施与急救机制

座椅和卫生间是老年人需求量最大的两类设施。反观国内轨道交通站点建设现状,大多数站点座椅数量较少,部分站台只配备6个座椅,相较于国外(如老龄化现象更为突出的日本)的站点座椅配置数量,显得十分匮乏。这体现出老年需求与轨道交通大运力要求的极大矛盾,座椅数量增加必然会减少站台有效通行宽度,人流量较大时易产生拥堵。在卫生间需求上,一些早期建设线路和站点(如重庆市轨道交通2号线)由于前期建设空间不足导致卫生设施缺乏,给老年乘客带来诸多不便。另一方面,由于老年人突发疾病的概率较高,气候极端条件(严寒、酷暑)增大其出行健康风险,加上步行中易发生的跌倒外伤,导致老年人的出行生理安全问题较为突出。当前站点建设已逐步完善急救设施(AED)的配置,但对公众急救设施使

表3 老年群体与中青年群体轨道交通行为差异

轨道交通出行特征与需求		老年群体		中青年群体
		生理支持	行为差异	行为差异
步行状态	步行状态	• 骨骼、关节、肌肉的运动与支撑能力	• 步行速度与自身身体条件紧密相关,个体差异较大; • 步行速度与同行人数、人流密度呈负相关;携带行李导致其步行速度下降明显; • 换乘时寻路行为降低步行速度	• 步行速度较快; • 不同路径的步行速度差异较小,主要受人流密度影响
	路径选择	• 视听觉感知能力; • 意识水平与信息处理能力; • 语言沟通能力 形式特性 • 感知觉能力; • 运动能力	• 物理空间与标识导向(如图2中三个站点换乘层的标识信息点) • 询问 • 倾向于直接联系、高差变化小、适宜休息节点、空间环境明亮的路径形式	• 手机等电子导航 • 最短路径、直达便捷 <sup>[21]</sup>
换乘空间使用状态		• 信息判断与选择能力	• 不同形式的换乘出行状态不同(如图2a、b):共用站厅换乘折返概率大、步行速度降低;通道换乘步行顺畅,折返概率小	• 各类形式的换乘出行状态差异性较小
空间停留		• 视听觉感知能力; • 信息判断与选择能力	• 易在标识信息处停留:扶梯口、闸机口、出口环境标志牌(如图2b); • 寻路与上下楼梯双重任务易产生跌倒 <sup>[22]</sup>	• 高峰期由排队导致的停留:售票口、上下扶梯口
空间瓶颈		• 下肢力量、关节稳定性与灵活性; • 反应能力; • 动态平衡能力	• 宽度、角度、高差变化产生安全瓶颈; • 对高差变化的敏感程度更高,易跌倒	• 大量人流在空间宽度、角度、高差变化时易产生拥堵
设施需求		• 感知、运动、中枢神经系统、免疫与呼吸系统机能明显下降	• 生理性需求较高; • 足够数量的电梯与扶梯; • 清晰连续的导向设施; • 座椅与卫生间需求量较高; • 急救设施需求	• 生理性需求相对较低,要求移动电源等多样化服务

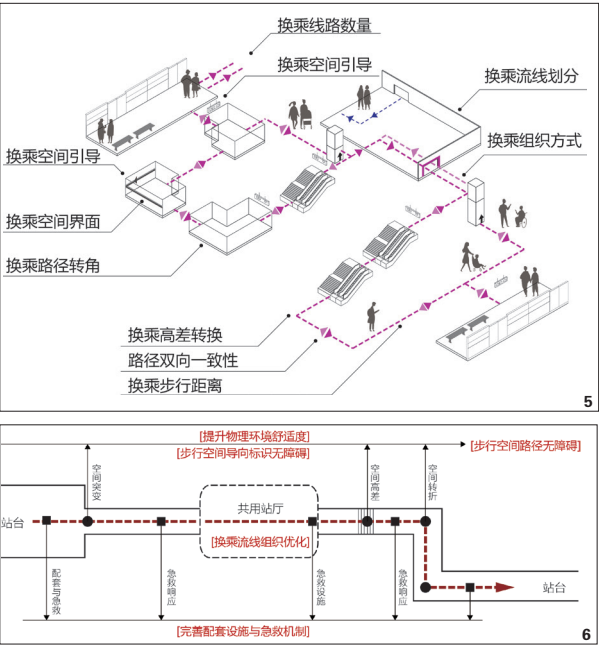


图5 老年人换乘行为影响因素  
图6 换乘序列空间适老化策略体系

用和急救方法的普及还较为欠缺。

### 3.4 空间物理环境品质

物理环境品质中对老年人换乘出行影响较大的因素包含光环境、声环境和空间界面。光环境的照度、均匀度、色温、显色性、眩光值等影响人的视觉信息接收,需要结合老年人的视觉生理特征,选取适宜的光照强度与光色,适宜的人工照明也能增加老年人对标识信息的接收度。现有早期地下站点中灯光昏黄,出行氛围稍显压抑,需要及时维护;新建站点的照明强度大,但长时间容易产生视觉疲劳,需要进行适度调整。声环境中,嘈杂的环境会扰乱信息的传播,如站内列车运行的震动和噪音、站内广播、工作人员提示语、设施设备提示语、人群交流声交织在一起,影响老年人对有效信息的提取,需要对噪音进行适度处理。空间界面中,出行人群对侧立面关注较多,而现有站点中空间侧立面通常表现为墙面砖、墙面漆等单一墙面材料,搭配重复的广告信息,缺少空间趣味性和指向性,增加步行疲劳感。通道换乘形式中,更易出现长距离或超长距离换乘,需要通过空间界面的变化减缓老年人步行感知距离,缓解疲劳。

## 4 换乘序列空间适老性分析与设计对策

轨道交通换乘序列空间设计首先须满足交通高效性原则,需注重缩短换乘距离、减少高差、直达便捷。从老年人群换乘行为与空间矛盾出发,可建立起换乘序列空间适老化体系(图6)。

### 4.1 步行空间无障碍体系完善

#### 4.1.1 路径无障碍

##### (1) 消解高差

换乘通道中的高差变化需要通过坡道、升降装置进行消解,以保证老年乘客的顺利出行。当换乘通道长度足够时,可优先选用台阶分段消解的方法,减小坡道的设置难度,同时分段台阶能够减少老年人因连续上下楼梯导致的腿部关节压力与疲劳,坡道的分段设置也有助于轮椅使用者独立出行。

##### (2) 消解转折与突变

在空间转折处通过一定倒角减少尖锐碰撞,为轮椅通行提供条件。为应对空间尺度发生变化而产生的空间瓶颈,增强空间安全性,可在客流高峰期增添构筑与优化前区空间,避免形成人群成拱的推挤作用力:出口瓶颈处利用隔离物分解人流,如扶梯前设置隔离桩;在前区空间内利用漏斗结构、锯齿结构、分隔结构与蛇形流线缓解瓶颈处人群的压力。

### (3) 完善站台间竖向换乘的电扶梯配备

优先考虑配置扶梯,有条件可加设一部垂直电梯。确有困难时采用升降装置,尽量减少老年乘客上下楼梯,以减少换乘的疲惫感,满足行动困难人群使用。

### (4) 减少步行距离与步行感知距离

换乘步行距离过长,老年人的出行疲劳感加大,造成生理负担,可增加水平代步电梯,为行动较缓的老年人以及携带大件行李的乘客提供便利。另一方面,可在换乘通道中适量置入新功能(如墙面绿化、艺术品展示等),适当降低换乘感知距离,并激发空间活力。

为不影响换乘通道的通行效率,通道新功能的植入可充分利用空间宽度变化的瓶颈处或墙体嵌入式活动单元(图7、8)。

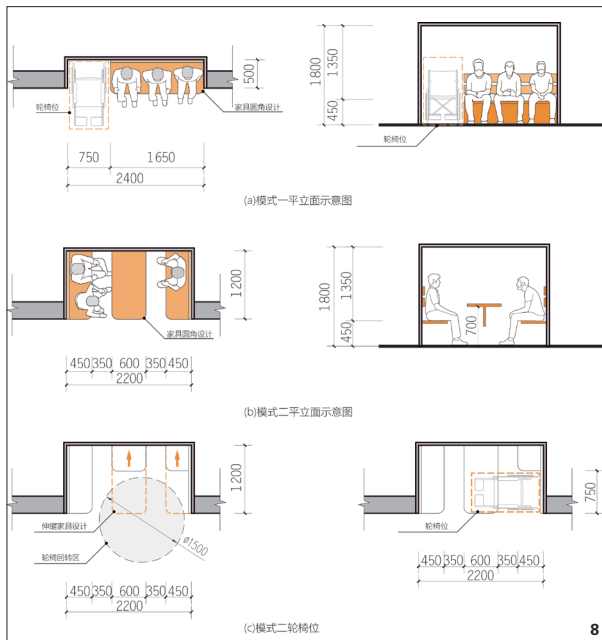
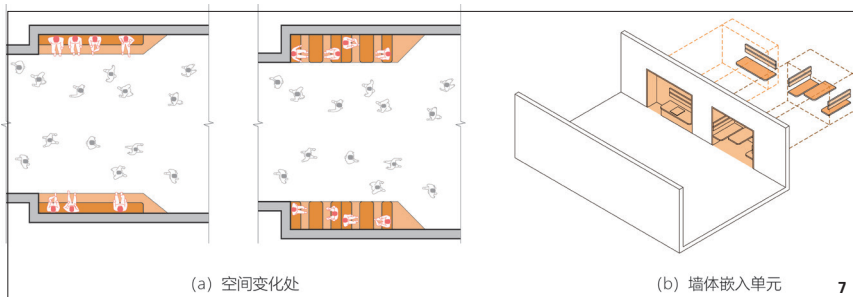
#### 4.1.2 标识无障碍

##### (1) 加强不同路线的导向辨识度

换乘路径中,可利用颜色区分不同线路的换乘立体设施。利用换乘大厅进行人流集散时,空间流线聚合度较高,换乘信息较为复杂,需要通过简洁易懂的标识形式,提高空间的直接引导。如利用黄色电梯与自动扶梯形成核心交通空间的东京涩谷 STREAM,空间导向辨识度较高。

图7 通道新功能植入方式

图8 墙面嵌入式单元示意图



## （2）增加转角导向

当路径中出现多个转角时，老年人易产生方向迷失，可在转角处利用简易路径地图并标注当前位置的方式，让老年人掌握换乘路径信息，增加对环境的熟悉度和心理安全感。

## （3）优化导向标识形式

在通过性空间中尽量采用水平视线及以下的标识形式，如墙面标识与地面标识；利用站厅分流隔离栏杆增加导向信息，在栏杆的两面植入不同方向的引导，有助于老年人跟随正确的换乘人流。

## （4）控制标识与空间节点的距离

导向标识的位置需要与扶梯口、闸机等人群速度变化点保持一定距离，减少停留人群对正常通行的阻挡，避免因查看信息而停留的老年人不会受到通行人群的冲击。通过 Anylogic 软件对乘客查看信息行为的模拟，可以得出，当扶梯口与导向标识距离越近，停留人群越易在扶梯口产生拥堵，对出行安全造成影响（图 9、10）。

### 4.2 换乘流线组织优化

从重庆市已投入运营的轨道交通站点来看，现有 8 个站点采取共用站厅换乘形式，其中重庆北站南广场站与冉家坝站为三线换乘，其余为两线换乘。共用站厅换乘中，路径间采用垂直关系布局的站厅流线叠合度较低，流线间易区分，如鱼洞站；若两条路线换乘楼梯一一对应，则站厅内换乘路径较短，进出站方向明确，如五里店站；而换乘线路较多或站厅平面狭长，容易导致人流密集且不同路径叠合度较高，如重庆北站南广场站与两路口站（图 11）。因此，共用站厅的换乘流线设计优化方式在于：

（1）优先选用垂直关系的流线组织方式，三类路径能尽快分离，同时在人流垂直交叉节点处通过增加信息岛的方式有效引导人流；

（2）换乘线路楼扶梯一一对应，以创造站厅最短换乘路径距离，减少流线叠合；

（3）流线叠合度较高的路径用增加物理分隔的方式来区分和加强引导，如绿化、地面铺装与分隔栏杆。若采用绿化或栏杆分隔，需一定距离内留出间隔为走错路的乘客减少绕行距离。

此外，还可通过设置分时段控制的单向循环换乘流线减少流线交叉。在老年人高频率出行的平峰时期，可通过站台间便捷的竖向设施实现双向换乘，缩短老年人群的换乘距离，避免不同路径的流线交叉与对冲；高峰时期换乘人流较大，则需控制站台间单向换乘，大运量线路换乘小运量线路通过站厅增加换乘距离以缓解拥堵，相反，小运量线路换乘大运量线路则可通过站台间的直接联系换乘，从而实现单向循环换乘。

### 4.3 完善配套设施与急救机制

#### （1）座椅

为灵活应对高峰期的通行要求与老年人的出行需求，站点座椅可采用一体化建造，并根据列车班次的间隔时间进行可变设计，如结合墙面、柱体与地面形成可折叠、可升降的座椅，乘客按需自行取用。考虑老年人对温度的敏感程度与下肢关节灵活性降低、骨质疏松的生理变化，座椅材质应该在兼顾耐久性的基础上选用温和柔软的材质或采用木材包边等方式。座椅的设计也要尽量采用有椅背、扶手的形式，减少老年人腰背的负担。

#### （2）急救设施

国务院健康中国推进行动委员会于 2019 年 6 月发布的《健康中国行动（2019—2030 年）》明确指出，需要完善公共场所急救设施设备配备标准，在人员密集场所（学校、机场、车站、商场等）配备急救药品、器材和设施；同时还需普及应急救护知识，使公众掌握基本必备的应急自救互救知识与技能。

轨道交通出行中，老年人群突发状况可分为三类：以心脑血管疾病为代表的慢行疾病突发、极端气候条件下的急性疾病、以及跌倒外伤。尤其是面对老年人心脑血管疾

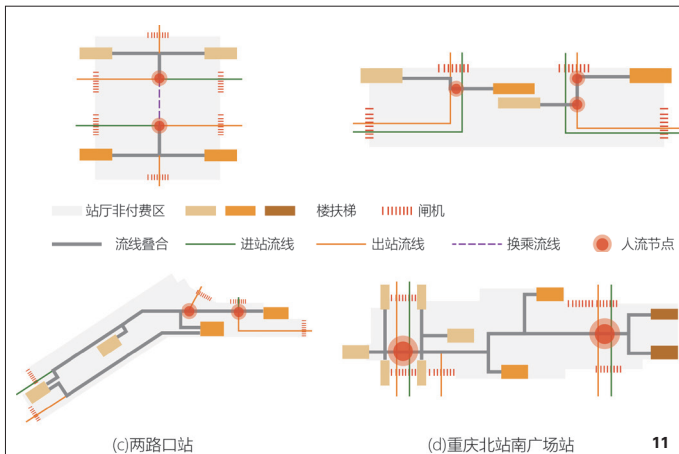
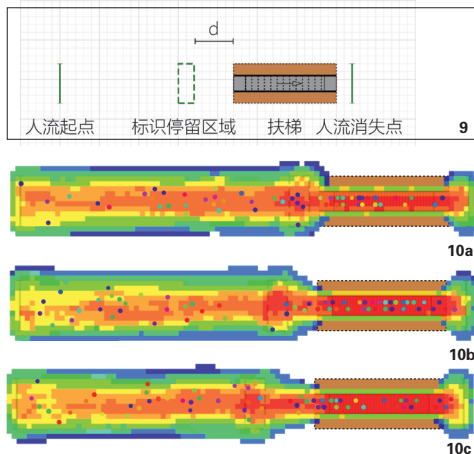


图 9 导视停留模拟示意图

图 10 Anylogic 模拟行为结果

（10a：标识与扶梯口距离 1m；10b：标识与扶梯口距离 3m；10c：标识与扶梯口距离 5m）

图 11 共用站厅换乘模式路径与节点

图 12 求助通话装置布点示意图

图 13 站内急救空间设计



病突发时，需要迅速作出急救反应、呼叫急救中心，以获得4小时黄金抢救时间窗。因此，轨道交通站点需完善应急机制与急救设施：一是增设紧急求助通话设施，二是提供应急医务空间、器材、设施与药品。

紧急求助通话设施可设在出入口、通道、卫生间等站点工作人员的视线死角，以减少应急反应时间，提升急救效率（图12）。在应急医务空间、器材、设施与药品方面，可集中配置形成“智能急救站”（包含AED、轮椅、担架等大型器械、药品和小型急救用品）和“医务空间”（提供安静的休息与观察场所，避免患者与轨道交通大量人流的相互影响，特殊时期可作为临时隔离观察室）。结合人流动线考虑，智能急救站与医务空间可以设置在站厅层非付费区靠近工作人员区域，便于工作人员快速取用与照料，并尽可能靠近无障碍电梯，使患者送医更加便捷。医务空间的空间净尺寸建议为2500mm×3000mm，分为休息区、操作区、储藏区，其中休息区可容纳一张1000mm×2000mm的病床。站台层可设置小型急救用品存放点（止血包、包扎包和小伤口处理包、药品等），并充分利用扶梯下方作为应急医务空间，利用座椅拼合为可容纳一人平躺的900mm×2000mm的仰卧空间，并保证急救区域净高不小于2200mm（图13）。

### 结语：以设计推进社会公平

老年友好型物质空间环境是更进一步提升适老社会环境质量的重要基础和保障。设计通过对公共物品的创建和配置，在推进社会公平的意义上发挥日益重要的作用。基于对老年人群轨道交通换乘出行的研究，通过关键序列空间的优化方向探索，使其能更安全优质地服务于多样化的人群，以适应人口老龄化时代背景下的新需求。在换乘序列空间中以提升导向与路径物理环境两方面展开换乘路径适老优化研究，并有针对性地对不同形式的换乘空间进行分类提升，是城市公共交通空间适老化的再次扩展，更是城市不断进取发展，瞄准城市本质意义的重要一步。消除

各类弱势群体的社会排斥，不仅需要公正合理的政策制度，还需要社会多元主体参与其中，以设计推进空间精细化服务，关注、尊重并以行动改善弱势群体的生存环境、平衡公共空间综合权益，既是今天施与他人的责任和帮助，也是明天我们能够获得的服务和尊重。

### 注释

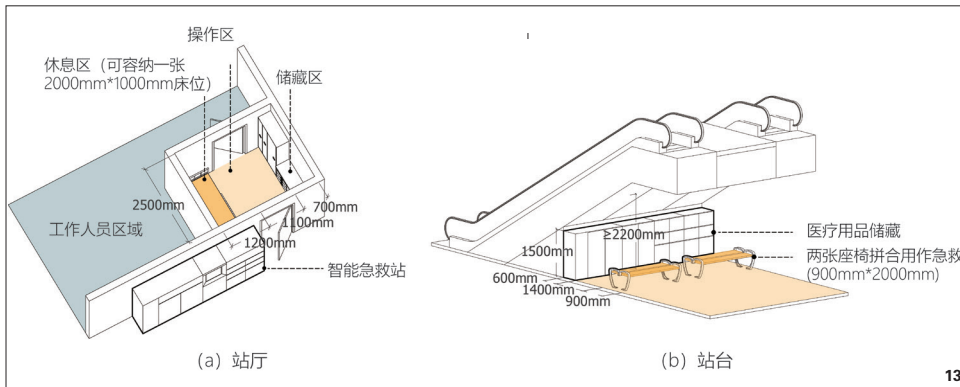
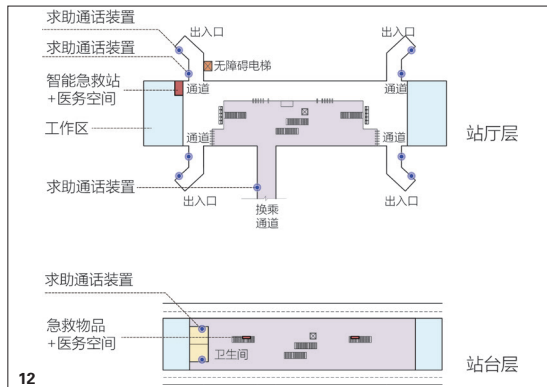
- 1) 生理性弱势群体 (Physiological disadvantaged groups) 包含残疾人、老年人、儿童、妇女等先天性或后天因素造成的主体生理状态、社会地位处于一定弱势的群体。英文语境下讨论弱势群体时，“vulnerable groups”这个词经常和“disadvantaged groups”互换使用，但越来越多的观念认为“脆弱性 vulnerability”存在一定的歧视涵义，更建议使用“disadvantaged groups”一词。
- 2) 于《人力资源和社会保障事业发展“十三五”规划纲要》中提出，参见 [http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/zwgk/ghcw/ghjh/201607/t20160713\\_243491.html](http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/zwgk/ghcw/ghjh/201607/t20160713_243491.html)
- 3) 行为观察中，为比较轨道交通不同出行类型的行为差异，以进站、换乘和出站路径预设三个观察流程（其中牛角沱站出站人流远小于换乘人流量，故不对其出站路径进行观察），共计追踪117名老年乘客；满意度调查中，采用SD法的评价方式筛选出21对轨道交通适老化建设因子，根据影响因子制作调查问卷，将评定等级设定为5级，记为2，1，0，-1，-2五项分数，在三个站点出入口和站内空间向老年人群发放供计发放109份问卷，其中无效问卷14份，有效问卷95份，有效问卷的回收率达87.2%。

### 图、表来源

所有图、表均为作者绘制。

### 参考文献

- [1] 中共中央 国务院印发《国家积极应对人口老龄化中长期规划》（[http://www.gov.cn/zhengce/2019-11/21/content\\_5454347.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2019-11/21/content_5454347.htm)）
- [2] 陆小成. 空间正义视域下新型城镇化的资源配置研究[J]. 社会主义研究, 2017(1):120-128. 【LU Xiao-cheng. Research on Resource Allocation of New Urbanization in the Perspective of Spatial Justice [J]. Socialism Studies, 2017(1):120-128.】
- [3] 刘健. 老龄化背景下智能导视系统的创新设计[M]. 北京: 中国铁



道出版社, 2018. 【LIU Jian. Innovative Design of Intelligent Guidance System Under the Background of Aging[M]. Beijing China Railway Publishing Press, 2018.】

[4] 杨春宇, 王燕尼, 汪统岳, 等. 不同光气候区地下轨道交通空间智慧型人工光环境研究 [J]. 西部人居环境学刊, 2017, 32(6):12-16.

【YANG Chun-yu, WANG Yan-ni, WANG Tong-yue, et al. 4 The Study on Intelligent Artificial Light Environment of Underground Rail Transit Space in Different Light Climate Zones[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2017, 32(46):12-16.】

[5] 龚琳, 徐露璐, 李霞, 等. 大样本体检人群年龄相关性听力障碍的观察 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2020, 34(3):227-230.

【GONG Lin, XU Lu-lu, LI Xia, et al. Large-scale Observation of Age-related Hearing Impairment in Physical Examination Population[J]. J Clin Otorhinolaryngol Head Neck Surg(China), 2020, 34(03):227-230.】

[6] 张子华, 纪仲秋, 姜桂萍, 等. 不同年龄段及体重指数老年人身体平衡能力比较 [J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(8):1884-1887.

【ZHANG Zi-hua, JI Zhong-qiu, JIANG Gui-ping, et al. Comparison of Body Balance Ability of Elderly People of Different Age Groups and Body Mass Index[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2019, 39(08):1884-1887.】

[7] Bosina E, Weidmann U. Estimating pedestrian speed using aggregated literature data[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2017, 468.

[8] 中华人民共和国交通运输部, 住房城乡建设部, 中国残联、全国老龄办等6部门. 关于进一步加强和改善老年人残疾人出行服务的实施意见 [Z]. 2018

[9] Manfredini, F. & Di Rosa. Measuring Spatial Accessibility for Elderly. An Application to Subway Station in Milan[J]. Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment, 2018 85-94.

[10] 王彬, 江迎. 基于IC卡数据的老年人地铁出行特征研究分析 [A]. 中国城市规划学会城市交通规划学术委员会. 2016年中国城市交通规划年会论文集 [C]. 中国城市规划学会城市交通规划学术委员会: 中国城市规划设计研究院城市交通专业研究院, 2016:9. 【WANG Bin, JIANG Ying. Research and Analysis on the Characteristics of the Metro Trips of the Elderly Based on IC Card Data[A]. Academic Committee of Urban Transport Planning of Urban Planning Society of China. Proceedings of 2016 China Urban Transport Planning Annual Conference [C]. Academic Committee of Urban Transport Planning of Urban Planning Society of China.: Urban Transport Research Institute of China Academy of Urban Planning & Design, 2016:9.】

[11] 张斐然, 易晓, 郑子云. 荷兰轨道交通面对老龄群体的服务设计解读 [J]. 装饰, 2015(11):102-103. 【ZHANG Fei-ran, YI Xiao, ZHENG Zi-yun. Analysis of Service Design for Rail Transportation in the Netherlands Based on an Aging Population[J]. Art & Design, 2015(11):102-103.】

[12] Shi Yu-feng, Han Cong-ying. Evaluation of the Service Quality for an Urban Rail Transit Station Based on Characteristics of the Elderly [J]. ICTE 2015, 1846-1852.

[13] Sagawa K, Kurakata K. Estimation of legible font size for elderly people[J]. Synthesiology English Edition, 2013, 6(1):38-49.

[14] 李斌, 石雨蕉, 刘智. 上海轨道交通枢纽站中特殊人群的路径探索研究 [J]. 建筑学报, 2015(S1):53-59. 【LI Bin, SHI YU-jiao, LIU Zhi. Wayfinding of Special Groups in Interchange Subway Stations of Shanghai[J]. Architectural Journal, 2015(S1):53-59.】

[15] 王其琛, 姚敏峰, 吴昊, 等. 香港城市轨道交通换乘站的无障碍设计研究 [J]. 中外建筑, 2019(1):149-153. 【WANG Qi-chen, YAO Min-feng, WU Kun, et al. The Study on the Barrier Free Design for Transfer Station of Hongkong Urban Rail Transit[J]. Chinese and Overseas Architecture, 2019(1):149-153.】

[16] 国务院健康中国行动推进委员会. 健康中国行动 [EB/OL]. [2019-07-15]. [http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content\\_5409694.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content_5409694.htm)

[17] 李斌. 环境行为理论和设计方法论 [J]. 西部人居环境学刊, 2017, 32(3):1-6. 【LI Bin. Environment-Behavior Theories and Design Methodology[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2017, 32(3):1-6.】

[18] Liu, C; Bardaka, E; Palakurthy, R; Tung, L W. Analysis of travel characteristics and access mode choice of elderly urban rail riders in Denver, Colorado[J]. Travel Behaviour and Society, 2020. 04:194-206.

[19] Fatima, K; Moridpour, S; Saghapour, T; De Gruyter, C. A Case Study of Elderly Public Transport Accessibility [A]. Asia-Pacific Conference on Intelligent Medical (APCIM)/7th International Conference on Transportation and Traffic Engineering (ICTTE) [C]. 2018:253-257.

[20] 日本国土交通省. 2017年都市交通普查分析调查报告 [R/OL]. 2018. 03. 【Ministry of Land Infrastructure, Transport and Tourism. 2017 Urban Transport Census Analysis Survey Report [R/OL]. 2018. 03.】

[21] Paydar M, Kamani-Fard A. Perceived legibility in relation to path choice of commuters in central business district[J]. Urban design international, 2016, 21(3):213-235.

[22] 王莉, 于卫华, 徐忠梅. 社区老年人常速行走和双重任务行走步态特征及其与跌倒的关系研究 [J]. 中国全科医学, 2018, 21(4):420-425. 【WANG Li, YU Wei-hua, XU Zhong-mei. Gait characteristics under single-and dual-task conditions and their relationships with falls among community-dwelling elderly people [J]. Chinese General Practice, 2018, 21(4):420-425】