

基于视障人群使用的城市步行空间安全性研究进展

Research Progress on Urban Pedestrian Space Safety Based on the Use of Visually Impaired People

徐见希 古新仁*
XU Jianxi GU Xinren*

基金项目:
国家自然科学基金地区科学基金项目“森林康养要素及其康养机制研究”(编号: 31660230)

文章编号: 1000-0283 (2020) 10-0068-07
DOI: 10.12193/j.laig.2020.10.0068.011
中图分类号: TU986
文献标识码: A
收稿日期: 2020-06-05
修回日期: 2020-08-13

摘要

目前, 中国视障人群的数量处于上升阶段, 在城市中的出行存在较大的安全隐患。步行空间作为城市空间的重要组成部分, 其安全性是影响视障人群使用的重要因素。文章通过对相关文献的归纳及梳理, 将影响视障人群使用的城市步行空间的安全性研究, 划分了以主体使用者、客体承载者、中间媒介者三部分研究进行综述, 呈现出研究关注点多元化、研究内容人性化的趋势。该研究对基于视障人群安全使用的城市步行空间规划与设计具有一定的参考意义。

关键词

视障人群; 城市步行空间; 安全性; 景观设计

Abstract

At present, the number of people with visual impairment in China is still in the rising stage, and there are great potential safety hazards in urban travel. As an important part of urban space, the safety of pedestrian space is an important factor affecting the use of visually impaired people. Based on the summary and sorting of relevant literature, this paper divides the research on the safety of urban pedestrian space used by visually impaired people into three parts: subject user, object bearer and intermediary, showing the trend of diversification of research focus and humanization of research. This study has a certain reference significance for landscape architecture discipline based on the safe use of the visually impaired people.

Key words

visually impaired people; urban pedestrian space; safety; landscape design

徐见希

1998年生/女/江西横峰人/江西农业大学园林与艺术学院硕士在读/研究方向为风景园林设计与理论(江西南昌330045)

古新仁

1963年生/男/江西寻乌人/博士/江西农业大学园林与艺术学院教授, 博士生导师/研究方向为风景园林设计与理论(江西南昌330045)

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: 869115059@qq.com

在《柳叶刀·环球健康》杂志中, Seth R Flaxman等人预测2020年全球重度视力损伤人口约为2.37亿, 其中失明人口3 850万人^[1]。国内第二次全国残疾人抽样调查显示^[2], 全国视力残疾人数约1 263万人, 占残疾总人数的14.86%。近10年来中国的视力残疾人数在全世界所占比重较大, 意味着需要给予视障人群更多的关注。城市步行活动可为生理及心理健康带来诸多效益, 具有提高自身免疫力、缓解压力和焦虑等功能^[3], 安全(即人们步行的安全感受)也是步行性考虑的方面之一^[4]。特殊人群在城市中遭遇特殊事件或紧急状态的几率比正常人更高^[5], 无论是视障人群还是专家学者, 均认为安全性是影响盲道步行

空间质量的首要因素^[6]。盲道系统作为无障碍环境建设中重要的组成部分，在视障人群的日常出行及安全疏散中起着关键作用。但作为城市步行空间中使用盲道最频繁的视障人群，却普遍面临盲道建设不合理甚至被占用现象，导致他们被边缘化，出行困难^[7]。为了增强视障人群在城市中的参与度及社会认同感，提升其无障碍安全使用城市活动空间的权利，我国多地盲人植物园根据视障人群的使用需求，利用感官进行户外景观设计，对盲人的安全行走起着指示和导向的作用^[8]。

视障人群在城市步行空间中的安全与无障碍环境建设的推进及法律法规的制定有着紧密的联系。西方国家对无障碍环境建设的研究起步较早，早在20世纪30年代，瑞典、丹麦等国家开始提倡残疾人“正常化”，随后在1959年的欧洲议会上通过了《方便残疾人使用的公共建设的设计与建设的决议》，为视障人群等残疾人在公共建设方面的安全使用奠定了基础。1974年，联合国残疾人生活环境专家会议正式提出“无障碍设计”的概念，旨在为弱势群体提供行动方便及安全的空间。我国不少法律法规中的规定同样对视障人群安全出行提供保障，例如在2012年由国务院颁布的《无障碍环境建设条例》中的第二条规定意味着要为视障人群等残疾人建设自主安全的通行道路。以上与无障碍环境相关法规的颁布及执行，标志视障人群城市安全出行规划设计由研究向实践纵深发展，并得到了相关法律法规的保障。

鉴于此，本文着眼于视障人群，通过分析影响视障人群出行的安全因素，梳理城市步行空间环境对视障人群步行活动的影响，试图为风景园林学科基于视障人群安全使用的城市步行空间规划与设计的进一步研究与完善提供依据。

1 相关定义及研究现状

1.1 “视障人群”及“城市步行空间”

本文所指视障人群是有视觉障碍并以盲人及弱视（或低视力者）为主的人群，具有以下特点：（1）需借助盲杖或其他外部工具进行步行引导；（2）缺乏安全感、独立性差并有较强依赖性；（3）其他感官较普通人更为敏感；（4）步行过程较为困难。所以环境的安全性对视觉障碍者（特别是盲人）来说尤为重要，这是他们迈出家门的前提^[9]。

不同研究学者对“城市步行空间”有着相似的定义，徐宁提出城市步行空间是指包括广场、街道、公园绿地等用于步行活动的可达之地^[10]，赵春丽提出的步行空间是指包括街道及

步行空间系统在内的用于步行并且边缘被界定的道路空间^[11]。故在本文研究中，城市步行空间不仅包括人行道及街道，还包括公园中所有可供视障人群使用的步行区域。

1.2 视障人群城市步行空间“安全性”内涵

“安全性”常在城市步行空间的研究中被视为关键的影响因素之一，人们的步行需求从可行性、可达性、安全性、舒适性和愉悦性等呈层级递进关系依次递进^[12]。针对安全性，可采取完善安全防护设施配置及夜行的安全照明，发挥自然监视功效的安全防护策略，提升人们对步行环境安全心理感知^[4]。不论视障人群身处一个城市、区域或建筑的何处，他们的安全性都与正常人群同等重要^[13]。鉴于此，结合“安全”及“安全性”概念的定义^[14]，本文将基于视障人群使用的城市步行空间“安全性”定义为：视障人群在城市步行空间使用过程中，受自身及其他因素的影响，导致其在步行过程中发生非期望伤害的状况。

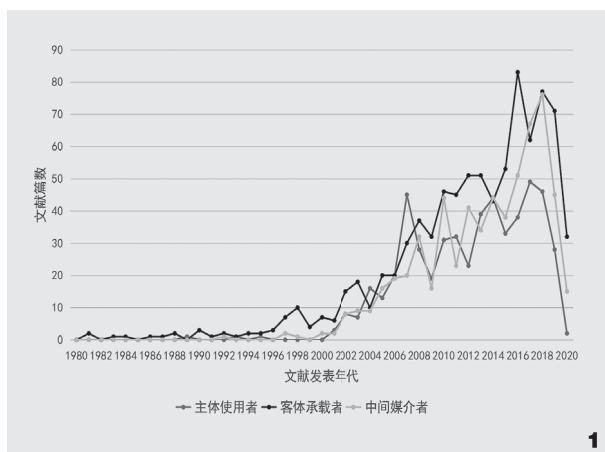
1.3 研究现状

基于 Web of Science 的核心合集数据库，搜索关于“urban pedestrian space”的主题词，检索时间为2020年8月，结果显示相关文献共有1 315篇，最早可追溯到1992年，到2002年开始出现研究成果整体上升趋势；在CNKI中搜索“城市步行空间”主题词，共有910篇论文。最早的一篇于1981年发表，1998年之前文献较少且偏向于对商业步行街的研究，从2004年开始呈显著提升趋势。综合两项文献检索的结果来看，早期对城市步行空间的研究大多以正常人为研究对象，主要研究他们的行为特征及规律等，而针对视障人群的城市安全研究关注点在于行走能力方面。随着无障碍环境建设的发展，关注点逐渐转向无障碍的步行空间领域，并拓展到景观设计在步行空间中的运用（图1）。因此，根据研究关注点的不同，可将研究成果分为三类：（1）针对主体使用者——视障人群的研究；（2）针对客体承载者——城市步行空间的研究；（3）针对中间媒介者——景观设计的研究。本文即以此为分类依据，对基于视障人群使用的城市步行空间安全性进行评析及展望。

2 针对主体使用者——视障人群的研究

2.1 研究特点

针对视障人群的研究主要体现在计算机科学与技术、临床学等学科中，研究成果偏向对支持盲人正常生活出行的研



1. 文献发表数量及研究领域随时间的演变趋势

究；在城市规划领域偏向对视障人群的行为特征及安全疏散的研究；在风景园林领域集中在感官设计及无障碍环境设计方面的研究。

2.2 研究关注点

2.2.1 视障人群自身行为及需求

视障人群的导盲方式大体可分为盲道盲杖、导盲犬、高科技辅助三类。导盲犬的使用率较低，高科技产品因经济等原因也并不普及，大部分情况下视障人群仍需依靠盲道、盲杖出行（图2）。研究表明，视障人群极易遭受交通高风险，在陌生的环境中会遇到很多困难及潜在伤害^[15]，需要通过特殊方案降低他们出行的安全隐患^[16]。导盲杖左右扫描幅度大约在90 ~ 150 cm之间，视障人群面对突然出现的临时障碍物是十分危险的^[17]，所以他们一般以半步（20 ~ 25 cm）的步幅沿着墙壁、路缘石、盲道等行走，每行走一步都需要盲杖左右滑动一次以确保安全^[18]。另一方面，在城市步行空间的设计中易缺乏对视障人群使用需求的考虑而忽视他们的心理感受，对他们的生理及心理安全带来较大威胁。结合需求层次理论分析^[19]，视障人群视觉功能的不健全使得他们在步行过程中存在障碍及潜在伤害，导致他们的安全需求无法得到满足。尽管城市中盲道的铺设率及覆盖率已经达到了尊重需求的层次，但社会给他们心理带来的不认同感，剥夺了他们对归属及尊重需求的追求，更无法满足自我需求的实现。

2.2.2 视障人群对环境的需求

视障人群对环境的需求可分为三类：对环境的安静性需求、规律性需求及对环境空间尺度的需求，这三类需求在潘延龙^[20]、洪小春^[21]等学者的相关文献中都有所提及。视障人群因视力的缺失或低下，使得在接受外来信息时需通过其的感官作用进行代偿行为，安静的空间有助于他们从环境中获取信息，更有安全感地作出相应的判断及行为。新的步行环境需要视障人群经过漫长的过程去适应，他们可通过感官或辅具去探索、绘制新环境的心理地图对周围环境进行了解，以确定自己在环境中的位置及与其他物体的相互关系，从一个地方安全、有效地移到另一个地方^[22]。介于对新环境空间中的不可知性及不确定性所带来的安全阻碍，规律性的步行空间环境对视障人群的出行显得尤为重要。环境空间尺度的需求与视障人群的导盲方式相关，但无论是采取哪种方式，他们在安全步行的前提下所需的空间比普通人大。

3 针对客体承载者——城市步行空间的研究

3.1 研究发展历程

早期城市步行空间研究的类型偏向商业步行街，研究以普通人的行为特征及规律为主。20世纪末，伴随无障碍环境的发展，盲道成为城市步行空间中的关键组成部分，而使盲道及其他步行空间的研究逐步增强。洪小春、季翔等对视障人群在城市步行空间的研究较多，且发文时间均在近两年，说明视障人群在城市步行空间中的研究正在逐渐受到学者的关注。

3.2 研究关注点

3.2.1 视障人群与城市步行空间的关联

步行空间具有平民性和大众性，其安全性是影响视障人群使用的重要因素。盲道设置不合理及障碍物多^[23]、无障碍设施的不完善^[24]、环境中潜在的安全隐患^[25]等现象都是引起视障人群减少户外出行的原因（图3）。此外，出行的地点及步行半径也与他们的出行频率有着很大的关系。调查显示，半径在100 m以内的区域是盲人高频率出入的场所，而当半径大于500 m时，仅有10%左右的盲人愿意出行^[26]。

3.2.2 无障碍的步行空间设计

(1) 盲道

盲道是视障人群在步行空间中使用最频繁的无障碍设

施。因此，盲道安全在一定程度上可视为衡量视障人群在步行空间中能否安全使用的指标。我国对盲道并没有一个统一的标准，《城市无障碍环境设计》中盲道的宽度与所处城市等级、所在人行道的宽度相关，即人行道宽度为3~6m时，宽度应为400~600mm；人行道宽度为2~5m时，宽度可为300~500mm^[27]。但在《建筑无障碍设计与施工手册》中，则规定在铺设行进盲道及提示盲道时，宽度需大于600mm，若空间尺度较小，可在400~600mm之间^[28]。有研究表明，300mm典型宽度的提示盲道是有效的，并且每增加100mm都能有效提升安全性，当宽度增至600mm时，安全性可达到100%^[29]。

(2) 其他步行空间节点

视障人群除了盲道的使用外，在其他步行空间节点（过街人行横道、人行天桥等）的安全也应得到保障。日本在人行横道上设置盲道增强其连贯性，并配有盲人过街专用按键以提升盲人过街的安全性^[30]。基于此，有学者提出在社区生活圈内的人行横道中间位置设置盲道的优化设计思路^[31]。新加坡在道路交叉口设有盲道防撞柱，在保护视障人群的同时也保障了其他行人的安全^[32]。若人行横道缺乏无障碍设施设计，那么视障人群则会面临无法垂直道路过街、无法判断过街时长、无法利用视觉躲避过街危险等问题。因此在城市步行空间设计中，人行横道应与盲道形成良好衔接，并在明显位置处为视障人群提供音响提示、盲文提示、触摸示意图等辅助信息。此外，在一些特定路段中提供一定的停留空间、扶手装置^[33]，对斑马线及时维护、防止湿滑等^[34]都是十分必要的。

4 针对中间媒介者——景观设计的研究

4.1 研究发展历程

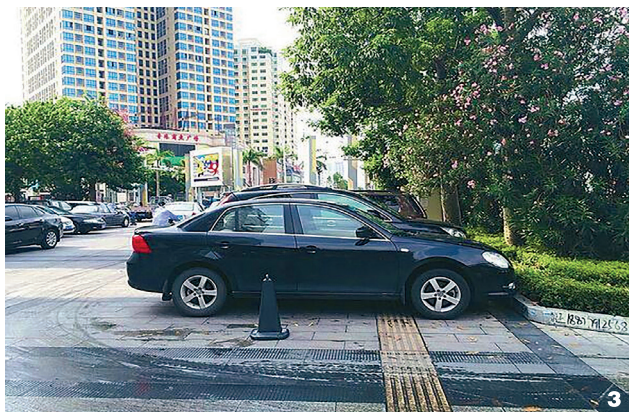
随着“人性关怀”的深入，景观设计中老年人、儿童的研究较丰富且系统，但对残疾人这类特殊群体的研究较少且松散。刘志强、朴永吉等对视障人群在景观设计方面的研究较多，前者主要研究芳香植物为视障人群给予的服务；后者的研究内容以五感设计及无障碍设计对视障人群的作用为主。对于视障人群而言，景观设计领域的研究更多地体现在增强了人性化及细节化的设计，并强化了感官设计在景观设计中的运用。

4.2 研究关注点

4.2.1 景观设计手法

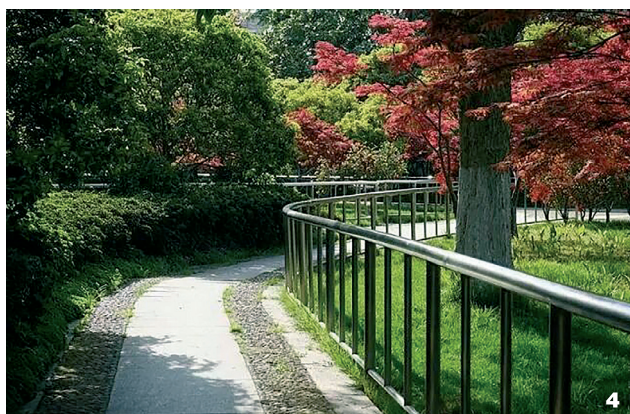
(1) 硬质环境景观

步行空间中的硬质环境景观由地面设施、防护设施、服务设施等元素构成，视障人群能否对其安全使用受到多方面因素的共同影响（图4）。地面设施可体现在地面铺装及高差处理上，公园中的步行空间常为满足景观性和趣味性而设置较为曲折的园路，增加了视障人群在步行过程中的安全隐患。因此在园路中不仅需要铺设盲道，还应尽量避免台阶的使用^[11]。对于低视力的视障人群来说，颜色对比强的铺装有助于他们辨识，所以场地中潜在的危险或是高差的变化可通过铺装的颜色和质地的变化予以提醒^[35]。防护设施的安全主要表现在栏杆、扶手等户外景观休闲设施上，防护设施是否能被安全使用与



2. 视障者使用盲杖出行(源自网络)

3. 盲道被占用(源自网络)



4. 道路旁增加扶手保障安全 (源自网络)
5. 视障者通过触觉赏花 (源自网络)

其材料的选取有着密切的关系，安全使用的要求会对设施材料的选择产生影响^[36]。根据问卷调查，有95%的盲人偏向于木质的座椅^[37]，但第一代CCA木材防腐剂中的砷、铜、砷含量较高，这些化学元素会对人体造成危害，目前已渐渐退出市场^[38]。有学者结合国内外研究证实，生物质木材防腐剂具有较强防腐性能、对人及环境无害的特点，将成为未来材料防腐的发展趋势^[39]。视障人群常因害怕在步行过程中遭遇危险及各种障碍降低去公园的概率，盲道、语音介绍及有盲文提示的扶手是视障人群在公园中最希望设置的三类无障碍服务设施^[40]。

(2) 软质环境景观

步行空间的软质环境景观包括绿化、水景等元素。在城市步行空间中，植物应选用无毒、无刺、无黏液、无易引起过敏的植源性污染树种，以免在视觉人群接触植物时造成伤害或潜在危害。夹竹桃、杜鹃、常春藤等植物全株或部分有毒^[41]；悬铃木的球、雌银杏的果实、杨絮柳絮等植物散发的花粉、飞絮、气味等^[42]都会造成一定的污染，使人们在出行过程中引起花粉过敏、气管炎、鼻炎等呼吸道疾病。由于视障人群在行走时无法顺利避开此类植物，因此在设计中应考虑可能出现的植源性污染形式，尽量减少对视障人群的伤害。步行空间中的软质环境景观除了绿化外，水景也是必不可少的景观要素之一。在德国乌尔姆有一个专门为盲人设计的喷泉，来访的盲人可通过水流声清楚自己所处的位置而感到安全^[43]，并为视障人群带来了更多的互动体验。

4.2.2 景观中的感官设计

(1) 听觉景观设计

研究表明，视障人群会比正常人更详细地感知周围的声音环境^[44]。有学者通过调查研究发现，视障人群主要从声音感受空间中的危险和方向，环境对他们来说比主观偏好更重要，他们相比于正常人需要从声音中处理更多的信息^[45]。因此，声音环境的设计需要清楚地为视障人群提供信息，以便他们能够独立地进行潜在危险的活动。为了提高视障人群使用的安全性，在听觉景观设计时应应对整个声景体系进行合理控制，以减少噪声及声景的叠加，避免过多的声源对视障人群造成干扰。人工声景的营造更多体现在无障碍语音设施上，在步行遇到障碍或转弯时，可通过无障碍设施的语音提示进行判断，或以特殊提示音为载体对不同区域进行区分，从而对视障人群的出行做出正确的诱导。相比于人工声景，自然声景的营造对健康及心理起着舒缓作用，在一些特定的景观中运用仿自然的虫鸣水流声可弥补场地中自然声景的不足。设计还可在植物周围布置语音发声装置，使视障人群了解植物相关信息的同时还起到科普作用^[46]。

(2) 触觉景观设计

触觉景观设计不仅体现在对视障人群的信息指引及提示上，还体现在对植物的感知与辨别上。一方面，可在城市步行空间中的特定区域通过触摸不同质感的墙面、地面、植物等帮助视障人群进行空间定位；另一方面，可利用不同流速的水景（静态水面或动态水面）丰富视障人群的触觉感知并促进触觉方面的利用^[47]。触觉是一种零距离的接触，因此触觉或触

觉信号可为视障人群提供重要信息,提升视障人群的安全保障^[48]。景观设计中有诸多利用触觉帮助视障人群使用的实践案例,利用铺装的质感根据路径的行走方向不同而改变、转角处及障碍物前有鲜明的触感反馈、选择具有特殊触感且安全的植物等都属于触觉景观设计的一部分^[49]。由于视觉的局限性,视障人群利用触觉进行感知时更易受到伤害,因此在休息区域或可接触区域应注意硬质材料的运用及地面的防滑处理,保证步行空间道路平整,避免因景观设施尖锐、突出或地面的不平整对人们造成的碰伤、撞伤。在植物的选取上,可结合植物固有的形态特征丰富触觉体验,但视障人群易接触植物的茎与叶,故步行空间中应避免选择枝干尖锐或有毒的植物,例如剑兰、构骨等。

(3) 嗅觉景观设计

嗅觉具有记忆性、地方性、信息性三个特点,视障人群可根据气味了解周围环境,确定行动方向^[50]。嗅觉景观设计在城市步行空间中不仅可以起到指示、导向的作用,同时可作为景观节点出现^[51]。倘若步行空间中缺乏盲道的铺设或其他视障人群的指引设施,芳香植物的特殊气味仅可为其所在特定位置及方向提供参考。为了保证气味的单纯性,应避免多项气味浓郁的芳香植物混用,以免视障人群无法对气味进行准确判断(图5)。另一方面,在营造嗅觉景观的同时还需注意嗅觉环境是否被污染,因为空气质量及空间环境中的气味都会威胁视障人群的健康安全,故视障人群使用的城市步行空间应尽量避免农贸市场、垃圾堆放点、公共厕所等设施,以免不良的气味对视障人群的安全出行造成影响^[50]。

5 总结及展望

通过对视障人群使用的城市步行空间安全性研究发展过程及主要关注点分析,可以得出以下结论:

(1) 研究关注点日趋多元化。与视障人群使用相关的城市步行空间安全性涉及多个学科领域的研究,从最初的临床医学、计算机技术等学科对视障人群行走能力及特征的研究拓展到城市规划学、建筑学、风景园林学等学科中在盲道系统规划、安全疏散、景观设计等方面的研究,实现了由单一个体向一类群体,主体向客体、各类中间媒介体相互关联利用的转变。

(2) 研究日渐重视视障人群的步行空间安全使用。视障人群比例的上升促进了社会各界对其出行安全的关注,城市步行空间常以普通人为研究对象,缺乏对特定人群的针对性研究。

视障人群使用安全所涉及的要素众多,却缺乏较全面的记录,因此对视障人群进行安全性研究与评价十分关键。

(3) 研究对风景园林设计具有启发、借鉴意义。在景观设计中无障碍设计仍处在起步阶段,对视障人群安全使用的景观把握缺乏深入研究。城市步行空间是视障人群经常出入的区域,如何结合其他学科的研究成果,加强景观设计与城市规划之间的衔接,探索科学、可行的基于视障人群安全使用的城市步行空间规划设计手法,需求迫切,意义重大。

对现有成果进行综合分析,发现该领域仍有许多有待开展的方面:(1) 系统分析视障人群使用城市步行空间所遇伤害问题,包括伤害时间、伤害类型、伤害所处环境等,建立量化的安全性研究及评价;(2) 从视障人群的视角出发,探索其偏好的步行空间景观环境要素;(3) 探索环境中的感官设计对视障人群出行的具体影响;(4) 构建连贯、安全的盲道步行体系,并定量研究不同安全性评价因子对视障人群在步行空间的影响;(5) 探索视障人群参与城市步行空间规划设计的可能性;(6) 建立完善的视障人群安全的城市步行空间规划设计理论体系。

参考文献

- [1] Global Causes of Blindness and Distance Vision Impairment 1990-2020: a Systematic Review and Meta-analysis[J]. Lancet Global Health, 2017: S2214109X17303935.
- [2] 陈新. 第二次全国残疾人抽样调查数据[J]. 中国生育健康杂志, 2008, 019(002): 68.
- [3] 俞晨圣. “健康设计”导向下城市步行景观环境设计策略[J]. 中国城市林业, 2018, 16(06): 58-61.
- [4] 刘连连, 尉闻. 步行性评价方法与工具的国际经验[J]. 国际城市规划, 2018, 33(04): 103-110.
- [5] Matthew M, Yong Seog K, Keith C, et al. Modeling Emergency Evacuation of Individuals with Disabilities in a Densely Populated Airport[J]. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2011, 2206(1): 32-38.
- [6] 洪小春, 季翔. 城市道路步行空间盲道现状评价——以南京市宁海路为例[J]. 城市问题, 2019(02): 53-60.
- [7] 葛忠明, 张忠海. “健全人的盲道”: 关于盲道占用的社会排斥研究[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2016(01): 81-88.
- [8] 张晓敏, 汤巧香. 盲人花园景观设计研究[J]. 天津城建大学学报, 2017, 23(05): 328-332.
- [9] 刘琳. 适合视觉残障者的景观设计研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2011.

- [10] 徐宁, 成玉宁. 城市步行空间与自然要素分布的格局模式量化分析——以瑞士苏黎世市为例[J]. 中国园林, 2018, 34(04): 12-17.
- [11] 赵春丽, 杨滨章. 步行空间设计与步行交通方式的选择——扬·盖尔城市公共空间设计理论探析(1)[J]. 中国园林, 2012, 28(06): 39-42.
- [12] Day K, Alfonso M, Chen Y, Guo Z, Lee K K. Overweight, Obesity, and Inactivity and Urban Design in Rapidly Growing Chinese Cities[J]. Health & Place, 2013, 21.
- [13] Ulriksen L, Dederichs A S. Evacuation of Day Care Centres for Children 0–6 Years: Simulations Using Simulex[M]. Pedestrian and Evacuation Dynamics 2012, Springer International Publishing, 2014.
- [14] 毛海峰. 论“安全”及“安全性”的概念[J]. 中国安全科学学报, 2009, 19(04): 62-66.
- [15] Riazi A, Bridge C. Potential environmental hazard from perspectives of people with central vision loss who reside in Sydney[J]. Independent Living, 2013(3): 29.
- [16] Högner N. Challenges in Traffic for Blind and Visually Impaired People and Strategies for their Safe Participation[J]. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 2015, 232(8).
- [17] 陈红, 张东辉. 居住区无障碍设计与残障人群特征[J]. 四川建筑科学研究, 2009, 35(06): 259-261.
- [18] 尚琳琳. 盲人助行产品的无障碍设计研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2012.
- [19] 需求层次理论[J]. 中国安全生产科学技术, 2017, 13(05): 2.
- [20] 潘延龙. 针对特殊人群——盲人的公园设计研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2014.
- [21] 洪小春. 南京鼓楼区城市道路步行空间盲道品质提升研究[D]. 南京: 南京工业大学, 2018.
- [22] 谢敬仁, 彭霞光. 中国盲人定向行走训练的现状与发展对策[J]. 中国特殊教育, 2008(12): 53-56+40.
- [23] 吴悦, 薛平聚, 武梦竹, 邵怡晖, 宋玉, 孙东云. 城市无障碍设施现状分析及改进意见——以石家庄市盲道为例[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(04): 485-487.
- [24] 钱思名, 叶茂, 吕天泽, 陆子侯, 韩振鑫. 城市无障碍设施改善规划设计策略及建议[J]. 规划师, 2019, 35(14): 18-23.
- [25] 缪雨含. 昆明市圆通社区盲人老人出行调查分析及建议[J]. 云南科技管理, 2016, 29(03): 54-57.
- [26] 杨渝南, 刘杰, 王怡, 张子祥, 戴意茹. 智慧城市中盲人出行无障碍设施体系构建研究[J]. 华中建筑, 2019, 37(11): 36-40.
- [27] 周文麟. 城市无障碍环境设计[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 167-168.
- [28] 曲昭嘉. 建筑无障碍设计与施工手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011: 64.
- [29] Fujinami K, Mizukami N, Ohno H, et al. Tactile Ground Surface Indicator Widening and its Effect on Users' Detection Abilities[J]. Quarterly Report of RTRI, 2005, 46(1): 40-45.
- [30] 邓凌云, 张楠. 浅析日本城市公共空间无障碍设计系统的构建[J]. 国际城市规划, 2015, 30(S1): 106-110.
- [31] 钱思名, 叶茂, 吕天泽, 陆子侯, 韩振鑫. 城市无障碍设施改善规划设计策略及建议[J]. 规划师, 2019, 35(14): 18-23.
- [32] 张晓, 李朝阳, 陈启宁. 新加坡城市交通无障碍设计及启示[J]. 现代城市研究, 2012, 27(08): 27-34.
- [33] Yvonne R, Sophie Lt, Dominique L, Danièle D. Search for a Simple Means to Identify Dangerous Surfaces Under Play Equipment[J]. Journal of Safety Research, 2000, 31(1).
- [34] Malgorzata Ryciewicz-Borecki. Materials for Sustainable Sites. A Complete Guide to the Evaluation, Selection and Use of Sustainable Construction Materials October 27, 2008 John Wiley & Sons, Inc 978-0-470-13455-9 464 pp[J]. Landscape and Urban Planning, 2009, 92(2).
- [35] Washington, DC. A Handbook for Public Playground Safety. Volume I: General Guidelines for New and Existing Playgrounds[J]. 1981.
- [36] 李宝勇, 温媛清, 古新仁. 国外城市户外景观休闲设施安全性研究综述[J]. 中国园林, 2018, 34(11): 91-96.
- [37] 潘延龙, 车代弟, 林振齐. 盲人公园的设计初探[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2015, 46(02): 297-302.
- [38] 姚德权. 木材防腐技术在园林景观工程中的应用研究[J]. 林产工业, 2019, 56(12): 87-89.
- [39] 张佳彬, 黄海兵, 张长武, 郭明辉. 生物质木材防腐剂的研究现状与展望[J]. 化工新型材料, 2016, 44(04): 35-37+40.
- [40] 朱文倩, 孙釜釜. 生理性弱势群体对城市公园使用需求的研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2012, 43(04): 635-640.
- [41] 李宇宏. 景观设计基础(植物设计篇)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [42] 肖虹. 植物疗法在风景园林建设中的应用[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2012.
- [43] 任静, 赵黎明. 德国生态水景设计[M]. 赫伯特·德莱塞特, 等编. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2003.
- [44] Larisa D, Ismael L, Guillermo P, et al. Virtual Sound Localization by Blind People[J]. 2016, 40(4): 561-567.
- [45] Christina E. M, Anugrah S. S, Luciana K, Gunawan T, Rony G, Sunaryo, Rully Damayanti. Appraising the Sonic Environment of Urban Parks Using the Soundscape Dimension of Visually Impaired People[J]. International Journal of Urban Sciences, 2020, 24(2).
- [46] 曹磊, 王露. 基于视觉障碍者现状的植物园规划设计思考[J]. 天津大学学报(社会科学版), 2018, 20(06): 526-531.
- [47] 张钰, 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(S2): 56-62.
- [48] John A. Rey-Galindo, Libertad Rizo-Corona, Elvia Luz González-Muñoz, Carlos Aceves-González. Environmental Information for People with Visual Impairment in Mexico - or What They Need and How They Use It[J]. Applied Ergonomics, 2020: 85.
- [49] 牛艺杰. 盲人“无陪伴”外环境设计研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2019.
- [50] 殷敏, 杨仲元, 李光州, 徐建刚. 试论城市公共空间的嗅觉设计[J]. 城市规划, 2016, 40(03): 58-62.
- [51] 张晓敏, 汤巧香. 盲人花园景观设计研究[J]. 天津城建大学学报, 2017, 23(05): 328-332.