

以活力通学为目标的城市通学干预因素概念模型及设计策略*

Influence Factor Model and Design Strategy of Urban School Travel Aiming at Active School Transportation

张宇 程筱添 高玥 ZHANG Yu, CHENG Xiaotian, GAO Yue

摘要 随着城市化进程发展及人口政策的调整,在城市建成环境中通学路径成为儿童及家长日常必然使用的空间环境,创造儿童友好的活力通学路径已经成为城市发展中亟待解决的问题。以活力通学为目标,通过文献研究与理论模型建构,分析通学路径影响因素的内在作用机制,提出适宜我国城市建成环境的“儿童活力通学干预因素概念模型”;以此模型为基础,结合优秀实践项目中的设计经验与手法分析论证,从交通结构系统化、场域空间功能类型化、配套设施复合化及环境细节设计乐童化4个方面提出活力通学目标下城市通学路径的优化设计策略。从建成环境设计角度提出优化通学路径的定性及定量指导,为我国儿童友好城市建设提供参考与研究思路。

Abstract With the development of urbanization and the adjustment of population policy, the way to school has become a necessary spatial environment for children and their parents to use in the urban built environment. Creating children-friendly and active school paths has become an urgent issue. This paper aims at active school transportation, through the integration of literature research and theory, analyzes the internal mechanism of influencing factors of school travel, and puts forward an "influence factor model for active school transportation" suitable for China's urban built environment. Based on this model, combined with the design experience and methods of successful practice projects, this paper puts forward design strategies for urban school travel paths from four aspects: systematization of traffic structure, classification of field spatial function, compounding of supporting facilities and design of environment details. This study provides qualitative and quantitative guidance for the optimization of urban school travel from the perspective of built environment design, and provides references and research thinking for the construction of child-friendly cities in China.

关键词 活力通学;干预因素概念模型;城市建成环境;儿童友好城市;设计策略

Key words active school transportation; influence factor model; urban built environment; child-friendly city; design strategy

文章编号 1673-8985 (2023) 02-0133-08 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20230219

作者简介

张宇

哈尔滨工业大学建筑学院

博士,副教授,博士生导师

寒地城乡人居环境科学与技术工业和信息化部

重点实验室

程筱添(通信作者)

哈尔滨工业大学建筑学院

寒地城乡人居环境科学与技术工业和信息化部

重点实验室

硕士研究生, 1471138772@qq.com

高玥

寒地城乡人居环境科学与技术工业和信息化部

重点实验室

哈尔滨工业大学建筑设计研究院有限公司

建筑师,硕士

随着城市规模的扩张和城市机动化的高速发展,“以车为本”的城市建设模式与场所设计使得儿童选择步行、骑车上下学的比例急剧下降,儿童体力活动时间减少,严重影响了他们的生理与心理健康^[1]。充分利用通学时段进行户外运动,促进儿童选择积极的交通方式

*基金项目:国家自然科学基金“信息技术驱动下的中小学教学模块体系及设计集成研究”(编号51878201);上海市城市更新及其空间优化技术重点实验室开放课题“促进儿童活力通行的城市街道建成环境优化研究”(编号2019030209);中央高校基本科研业务费专项资金“城乡统筹视角下东北乡镇中小学选址布局机制及设计范式”(编号HIT.HSS.202110)资助。

通学,可有效增加儿童体育活动时长。而儿童是否选择积极的交通方式与城市建成环境有关^[2],研究儿童积极出行的影响因素和决策机制,通过城市环境建设手段加以干预是促进儿童活力通学的第一步。

1 国外研究情况

2005年,麦克米兰 (McMillan) ^[3]通过对城市形态模型的回归分析,肯定了城市形态环境因素对通学路线选择的干预作用,基于前人研究基础,建立了儿童通学行为概念框架(见图1),并提出中介因素、缓和因素的具体范畴,其与城市形态共同作用影响父母决策,进而直接影响儿童通学行为^{[4]448-449}。该框架忽视了儿童主观因素在决策过程中的影响,并且在城市环境影响因素方面缺少探讨。

2008年,潘特 (Panter) 等^{[5]10}在麦克米兰研究的基础上,将父母与青少年各方面因素归纳为个体因素共同影响决策,同时将目的地特征、路线属性等纳入城市物理环境因素中,形成以环境因素、个体因素、外部因素和调节因素共同主导的、更为全面和系统的决策过程

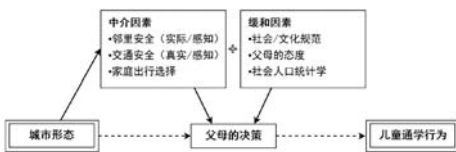


图1 麦克米兰“儿童通学行为概念框架图”
Fig.1 McMillan's "conceptual framework of children's general learning behavior"
资料来源:笔者根据参考文献[4]449翻译、整理并绘制。

概念框架。但关于各环境因素之间的影响关系,并未加以深入说明(见图2)。

2012年,米特拉 (Mitra) ^{[6]31-33}提出“通学出行决策概念模型”(Active School Transportation),应用社会生态学模型与方法,从外部影响、建成环境因素、家庭特征因素3个层面对其中的影响因素进行说明,总结了环境因素的具体特征,多维度综合分析了儿童活力通学出行决策机制,并且形成概念模型(见图3)。

根据上文关于儿童通学决策的框架研究综述,城市设计、环境因素与儿童通学行为存在潜在性关系^[7],城市环境对儿童出行决策具有关联影响。为研究城市环境因素对儿童通学模式选择的影响,总结了健康促进和体育锻炼、交通运输等领域的相关文献,指导相关影响因素的选择与通学决策模型搭建(见表1)。

2 城市通学干预因素概念模型搭建

2.1 以活力通学为目标的城市通学干预因素概念模型框架

由于城市环境对儿童通学出行影响的复杂性,单一的数据表格难以表达影响因素层级与干预机制,因此可引入框架模型,将影响因素的干预机制进行更清晰的梳理。2008年潘特等建立了通学出行影响框架(见图4)来解释儿童通学决策过程,将物理环境因素与父母和青少年的个体因素对环境看法的影响结合外部因素和个体因素作为干扰决策过程的关联变量纳入框架。在

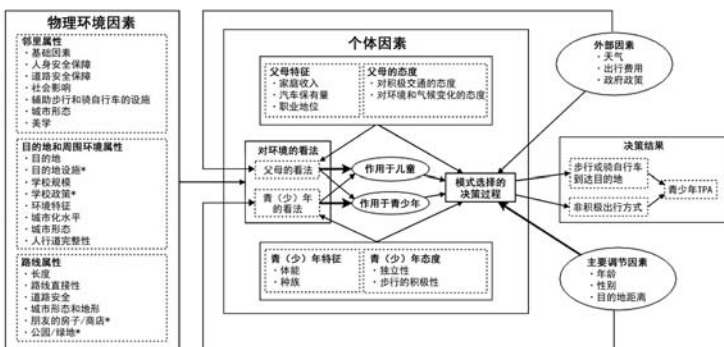


图2 潘特“儿童主动出行环境决定因素概念框架”^①
Fig.2 Panter's "conceptual framework of environmental determinants of children's active travel"
资料来源:笔者根据参考文献[5]9翻译、整理并绘制。

本文中借鉴该方法,同样按照儿童活力通学决策过程到决策结果的输出逻辑进行框架构建,在模型的核心决策过程,从城市建设角度出发,主要调节因素为城市环境因素。

2.2 儿童活力通学决策机制搭建

2.2.1 核心决策影响因素:中介因素、调节因素、主导因素

通学行为的实施者为儿童,但由于儿童年龄限制难以独自决策,因此父母作为主要决策者与儿童的出行决策具备强关联性^[24];儿童作为实际结果的实施者,他们的意见也同样不可忽视;城市环境因素可以改变前两者对活力通学的态度。因此儿童活力通学决策的影响来自三方:一是通学出行执行者,以儿童为主体;二是强关联的间接决策者,以家长为主体;三是决策主体需要考虑的城市环境,在模型中分别归纳为主体因素、中介因素和调节因素。儿童与父母对通学出行方式的决策受到城市环境因素的影响,同时家长与儿童对城市环境的要求和需要推动城市环境儿童友好设计,三者构成的核心决策过程影响机制如图5所示。

2.2.2 城市环境因素:交通结构、空间功能、配套设施、环境设计

整理有关城市环境影响因素调查的相关文献,其中关键词主要包含交通繁忙、车速、交叉路口、死路、自行车道、人行道、照明设施、休闲设施、土地使用混合度、商店、游乐区、公园、拉

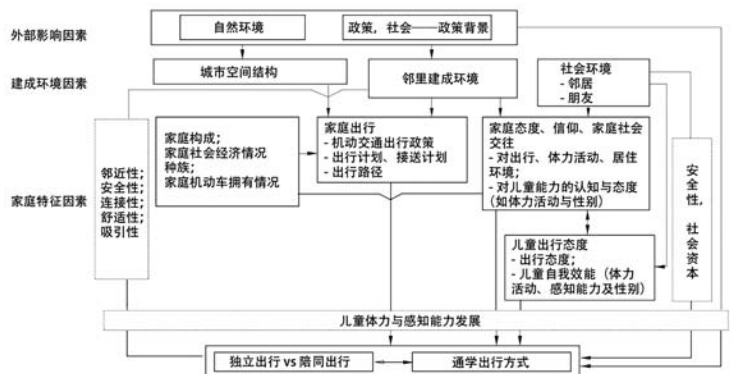


图3 米特拉“儿童活力通学出行决策概念模型”
Fig.3 Mitra's "conceptual model of children's vitality and learning travel decision"
资料来源:笔者根据参考文献[6]33翻译、整理并绘制。

注释: ①图中*表示未针对儿童主动出行行为进行研究, TPA 为与运输有关的体力活动,箭头表示假设的直接关系,粗线表示更强的假设直接关系。

表1 儿童活力通学城市环境影响因素摘要

Tab.1 Summary of urban environmental influencing factors of children's active school transportation

第一作者/发表年份	正反馈因素	负反馈因素
Handy S, 2001年	商业区、公共汽车站和娱乐场所	街道狭窄、街道阴影
Braza, 2004年	—	交叉路口密度高
Ewing M, 2004年	主要路线有人行道, 预计步行/自行车时间短	—
Ziviani J, 2004年	学校近人行横道	附近地区污染
Timperio A, 2004年, 2006年	街道照明, 人行横道, 公园或运动场的提供	交通繁忙, 有限的公共交通工具, 需穿越多条道路才能到达游乐区, 陌生人, 周围没有多少其他孩子
Carver A, 2005年	娱乐设施, 骑自行车的便利性, 人身安全, 交通安全, 社会交往, 提供零售食品设施	交通和地区活跃度, 陌生人, 无人看管的狗
Transportation Research Board, 2005年	土地用途混合度高, 道路连通性, 设施可及性	死胡同或死胡同密度
Boarnet M, 2005年	人行横道和交通管制存在	—
Schlossberg, 2005年, 2006年	—	交叉路口密度高, 死角密度高
Kerr J, 2006年	步行 20 min以内有商店(可能性是没有商店的3.2倍), 街道连通性, 步行或骑自行车设施, 行人安全, 个人步行能力高, 城市美观(与并不美观的环境相比, AST的可能性高出2.5倍)	交叉路口密度高, 父母干预强
Evenson K R, 2006年	光线充足的街道	废气或难闻的气味
Frank, 2007年	土地用途混合度高, 至少1个商业用地和至少1个娱乐/休憩用地	交叉路口密度高
Alton D, 2007年	道路安全, 娱乐设施的提供	交通繁忙, 陌生人, 父母对交通和安全的关注度高
McMillan T E, 2007年	当距学校的距离小于1英里(约1.6 km), 土地用途混合度高以及面对街道的窗户超过50%	交通速度 > 30 mph, 有不安全领域
Mota J, 2007年	街道连通性, 步行和骑自行车的设施, 安全, 社会环境, 美学和娱乐设施的提供	—
Larsen, K, 2012年	开放空间/公园, 绿树成荫的街道, 行人专用建筑物/房屋的存在	—

资料来源: 笔者根据参考文献[8-23]整理制作。

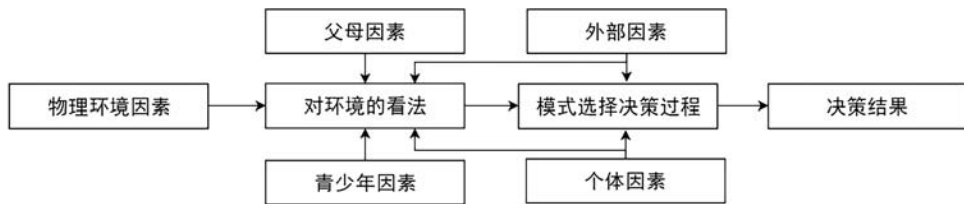


图4 潘特“儿童主动出行环境决定因素概念框架”示意图

Fig.4 Diagram of Panter's "conceptual framework of environmental determinants for children's active travel"

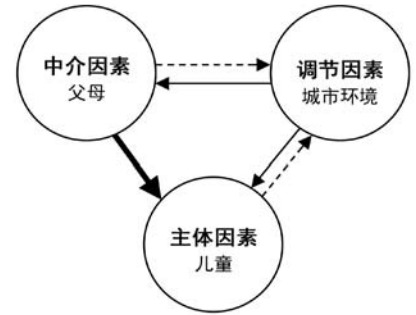
资料来源: 笔者根据参考文献[5]110翻译、整理并绘制。

坡、景观等^[25]。这些因素可以被归纳为4个方面: 交通结构、空间功能、配套设施和环境设计。它们对儿童活力通学选择有正向反馈也有负向反馈, 在所有研究文献中出现的次数可代表此方面与儿童活力通学的关联度和紧密性, 而频次的分数可以代表该方面对儿童活力通学的干预

程度(见图6), 按影响因素程度依次为城市交通、空间功能、配套设施、环境设计。

2.2.3 模型整体建构: 个体因素、外部因素、核心决策过程

除城市环境影响因素外, 已经有多个研究成果及框架可以表明社会环境、邻里环境、家庭



注: 图中实箭头(→)表示直接影响作用, 虚箭头(···→)代表反馈作用, 粗箭头(→)代表强关联作用。

图5 儿童活力通学核心决策过程影响机制示意

Fig.5 Diagram of influence mechanism of core decision-making process of children's active school transportation

资料来源: 笔者自绘。

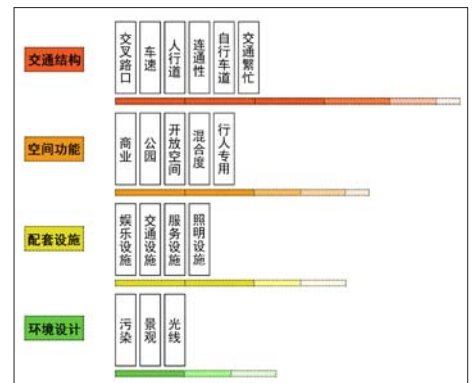


图6 城市环境影响因子关键词

Fig.6 Keywords of urban environmental impact factors

资料来源: 笔者自绘。

环境、路线属性、儿童自身属性等因素也都与儿童出行模式选择有直接关联^[26], 这些因素可对父母决策产生直接影响。将其中与儿童及家庭个体差异特征相关的因素归纳为个体因素, 具体包括家庭因素如家庭经济条件、出行习惯等, 以及儿童属性如性别、年龄; 将上位条件或是自然条件因素等不可控因素归结为外部因素, 包括城市规划现状、社会人文、路线属性等。个体因素与外部因素对通学路径决策具有一定影响, 但由于不可控性和个体多样性很强, 不易指导城市环境建设, 故不纳入核心决策过程。

2.3 以城市环境为主导的儿童通学出行干预因素概念模型

本文根据文献研究提供的证据, 创建了一个以西方既有研究为基础, 结合我国实际建设情形的影响儿童活力通学的概念模型(见图7)。该

(3) 台北邻里通学路

1998年,台北市政府教育局联同交通局执行“规划通学巷”政策。台北邻里通学路政策的初衷旨在解决儿童上下学安全问题,改善学校周边交通环境。台北的城市街道具有密度较高的特点,安全、人文、艺术、生态及童趣是台北通学路的规划建设理念。在此基础上融入地域元素,使儿童通学道呈现城市特色风貌,营造儿童友好的社区环境(见图10)。

3.2 儿童活力通学调节因素城市环境设计原则

通过案例实证研究,基于模型各项具体影响因素,总结为城市环境的交通结构、空间功能、配套设施和街道环境4方面,以提高通学街道安全性、通用性、交互性等空间性能为目标,可提出城市环境调节因素的设计原则,为以活力通学为目标的街道设计策略提供方向(见图11)。

3.2.1 通学路径交通结构系统化

儿童通学决策与道路规划条件有极强的关联性。根据模型可知,机动车速度、交通拥挤程度、交叉路口与死胡同密度等程度越低,人行道宽度及覆盖密度、自行车道覆盖密度、街道连通性、交通导引性等程度越高,对儿童活力通学越有利。因此,系统化优化城市交通网络布局,可提升交通结构的安全可靠度。

3.2.2 通学场域空间功能类型化

城市的用地性质与沿街业态分布决定了沿街使用空间的功能,其与儿童的出行目的地、

出行路线规划及活动内容有一定相关性。根据模型可知,街道零售商店数量、功能混合的街道段比例、行人专用建筑物及开放空间等类型空间数量等越高,越有利于提升儿童通学路径的互动性。

3.2.3 通学街道配套设施复合化

由调研可知,家长与儿童都担忧由街道照明不足带来的安全隐患,并且对通学路径上的城市街道设施存在巨大需求,它们可以丰富儿童的通学活动。根据模型,城市休闲设施、游戏设施、街道照明及监控范围覆盖面、街道景观等数量越高,通学路径的安全性及互动性就越强。对配套设施进行复合化的设计有助于高效解决设施不足的问题。

3.2.4 街道环境细节设计乐童化

通过模型可知,面向街道的玻璃面积、趣味性绿化、步行环境质量等都与通学路径的环境设计呈现正相关性,而街道废气、步行空间阴影等对通学环境具有消极影响。完善的环境设计应包括界面材质、色彩选择、氛围营造等,对环境细节进行乐童化设计可进一步提升通学路径的街道环境品质。

4 以活力通学为目标的城市街道设计策略

根据影响儿童活力通学出行决策的干预因素模型,基于交通结构系统化、空间功能类型化、配套设施复合化、环境设计乐童化的设计原则,进行具体设计策略研究。具体策略结合调研结论,回应家长与儿童对于通学路径街道环境的需求,提出以下具体设计策略。在全球已有400多个城市已获得联合国儿童友好城市认证,国内虽积极进行儿童友好通学研究,但由于起步较晚、实

践案例较少,故本文结合与我国情况有相似性和可借鉴性的国外相关案例及部分国内案例,提出启发性的设计策略。

4.1 交通结构儿童视角系统化提升

4.1.1 交通系统点线结合,确保通行连贯便捷

在社区及校园附近500 m范围内,设置数量和位置符合标准的非机动车道与人行道,并且设计符合儿童尺度的道路边下车停靠点;点状布置家庭与学校之间的交通转换站点;通过点(转换点)与线(儿童通学路线)结合的方式,构建安全、高效且儿童友好的交通结构网络,最大程度地串联儿童通学路径上的日常活动空间与活动路线(见图12)。

4.1.2 导引标识适幼化,方便儿童轻松识别

提高通学标识的儿童可识别性和趣味性,有助于儿童活力通学的安全、有序进行。在街道环境设计布置上,可以利用街道界面和底面色彩

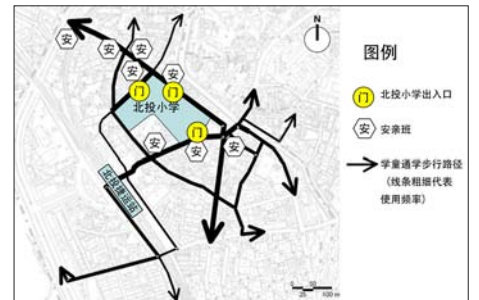


图10 台北通学路建设规划系统 Fig.10 Taipei school transportation construction planning system

资料来源:谷歌搜索。



图9 长沙儿童通学实践—岳麓一小通学步行巴士规划 Fig.9 School transportation case in Changsha: Yuelu No. 1 primary school walking bus planning

资料来源: http://www.itdp-china.org/enpublication.

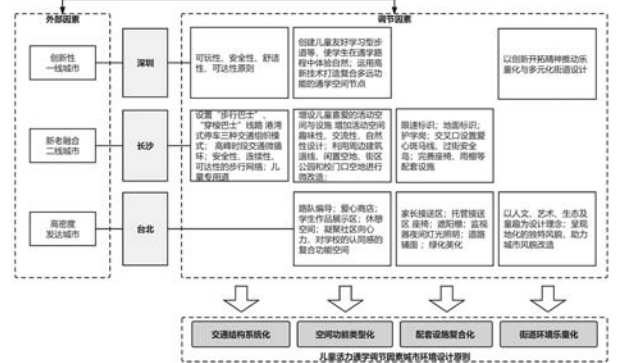


图11 基于案例调节因素导出促进儿童活力通学的城市环境设计原则 Fig.11 The urban environment design principles for active school transportation based on moderating factors of cases

资料来源:笔者自绘。

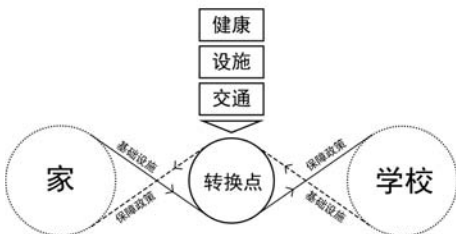


图12 交通结构点线结合示意图

Fig.12 Diagram of point line combination of traffic structure

资料来源:笔者自绘。

提升空间的可识别性,设计适幼涂鸦,以便于儿童对信息的理解,可以引入智慧化设施来保障导引系统的灵活性。

4.1.3 断面组织精细化,打造通学专属领域

根据对保障儿童活力通学的城市结构网络实践调研,街道各方面的基础条件应满足:人行道与非机动车道的科学设置、人行道与非机动车道的全面覆盖、儿童通行的连贯性和安全性。儿童通学街道也可在现有街道的基础上,精细化划分城市儿童通行友好的人行道空间,布置儿童专用人行道与非机动车道,隔断出儿童专用通行区。哈尔滨市区内长江路改造案例示意了一种适幼化断面组织的改进形式,打造了儿童通学专属领域(见图13)。

4.2 空间功能适应性类型化设计

4.2.1 商服业态简约化,适应儿童通学需求

儿童自身需求及儿童消费行为的特点可以指导通学路径上的商服业态,布置具有针对性的商业功能与商业形式可以促进儿童活力通学,并且是儿童商业行为的安全性的极大保障。社会服务类功能业态增加了儿童通学路径上的活动类型,为儿童提供了社会交往场所、文化教育场地、生命安全保障和医疗卫生服务。

4.2.2 活动场地集约化,激发通学街道活力

将降低街道空间趣味性的场地、存在安全隐患的场所等不利因素进行治理或功能置换,把不利空间转化为儿童活动场地。目前国外已有一些可行的参考案例(见图14),如将儿童活动场进行趣味性改造、单一功能复合化拓展等。

4.2.3 城市绿地安全可达,提升场地互动性

安全性是通学路径两侧绿地的必要条件,可达性是其发挥作用的基础。沿街高品质的绿化

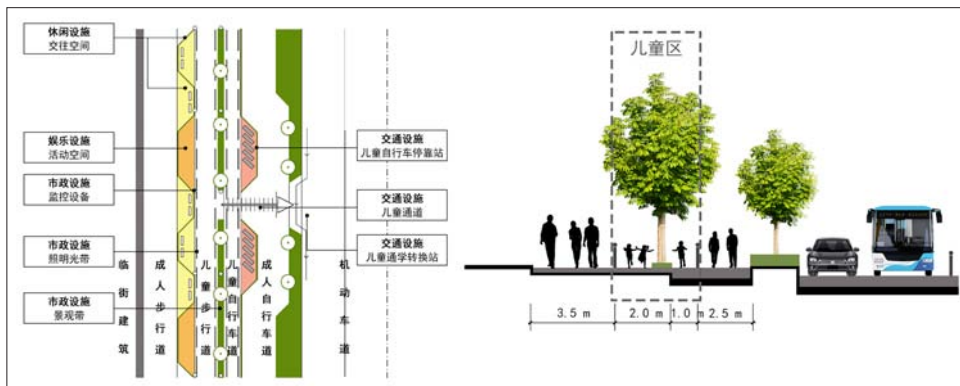


图13 街道改造设施布置示意

Fig.13 Diagram of street reconstruction

资料来源:笔者自绘。



a 全面置换改造-阿姆斯特丹Potgieterstraat街头场地改造



b 单一功能复合化拓展-多米诺公园游乐场改造项目

图14 不利空间改造置换案例

Fig.14 Reconstruction and replacement of unfavorable space

资料来源:荷兰阿姆斯特丹POTGIETERSTRAAT街道儿童场地<http://www.ideaboom.com/9121> (a), 儿童友好城市案例研究, http://www.360doc.com/content/19/0611/13/64304440_841742157.shtml (b)。

环境是对儿童进行自然教育、促进他们认知发展的有利资源,应当提倡儿童通学街道上的绿化功能布置,以安全性、可达性、互动性为基本原则,为儿童提供生动的、亲近自然的机会(见表2)。

4.3 配套设施活力高效复合化整合

4.3.1 照明监控设施全线覆盖,保障通学基本安全

提高街道可视性可以增加监视,进而保障

儿童通学的安全性、降低犯罪率,保障照明设施的照度和布置的均匀性是街道照明设计的关键。针对现存问题,提倡街道照明多维度考量、街道监控分层级保障、街道景观多尺度建设,可以提升街道市政设施对儿童通学的保障性^[26]。

4.3.2 休闲娱乐设施科学配置满足儿童活动需求

通学路是儿童开展户外活动的主要场所,不同性别、年龄段的儿童对于户外活动的需求

表2 儿童通学街道两侧绿地设计要素

Tab.2 Design elements of green space on both sides of children's school transportation street

设计因素		具体要求
安全性	规模	大小: 街边绿地中型尺寸 形状: 带状绿地 深度: 小于6 m
	植物	树种选择: 安全无害、无尖锐枝叶、无刺激气味; 稀疏乔木、低矮灌木、草本植物为主; 遮挡高度低于 106 cm(5—6 岁儿童视线高度)
可达性	入口	沿街开放、避免遮挡
	儿童无障碍	减少高差、可设置坡道, 坡度小于1:12

资料来源: 笔者自制。

表3 不同年龄段、性别儿童设施类型与儿童行为特征耦合性分析表

Tab.3 Analysis of coupling between children's facility types and children's behavior characteristics of different ages and genders

年龄	性别	行为心理	活动倾向	设施类型	具体设施
6—10	男	锻炼胆量、树立自尊心和自信心; 开始形成团队合作和纪律意识; 有了私密空间的需求	运动量大、对垂直空间的攀爬感、兴趣、易冲撞	运动、冒险	攀爬网(架)、单杠、双杠
	女	同上	运动量大、对平面空间更感兴趣、结伴现象明显、对安全性要求高	运动、趣味、互动	滑梯、秋千、木马
11—14	男	求知欲浓厚; 开始出现个性; 开始形成较准确的空间方向感	空间死角或危险空间成为男生的乐园、倾向有特色的空间	冒险、益智、综合	刺激性器械、组合构筑物
	女	同上	注重光线、倾向轻松舒适的空间	趣味、互动、益智	科教设施、私密空间

资料来源: 笔者在参考文献[29]基础上自制。

具有明显差异性。通学路径上及周边的城市开放空间与儿童娱乐设施设计需满足不同年龄性别儿童的活动倾向与内心需求差异化, 为儿童友好活力通学进行功能空间合理化布局与整合(见表3)。

4.3.3 平面布局紧密咬合拓展街道线性空间

街道线性空间有利于发挥街道交通属性, 但为进行交通、活动与市政设施的功能复合, 就需要在不影响基本交通功能的情况下, 对街道空间进行横向扩展。这样经过横向拓展的街道平面可以比作一条“齿轮带”, 各个线性空间之间通过拓展空间的交错像齿轮一样紧密复合起来^[30], 在不影响使用功能的前提下实现最大限度的资源整合。

4.4 街道环境高品质乐童化设计

4.4.1 界面材质丰富触觉体验

根据简·雅各布的“街道眼”理论^[31], 来自街道两侧人群的监督, 可以有效遏制犯罪, 因此选择透明材质可以提升街道的自然监视性, 保障儿童安全; 同时一些自然的材质如木头、麻绳、竹竿、沙坑、卵石、泥土等, 可以丰富儿童的触觉体

验, 提升空间趣味性。

4.4.2 色彩选择提升领域感

环境色彩设计作为提升儿童空间领域感的最优方式, 可应用在儿童通学路径上的建筑立面、活动空间或景观设计中。针对不同年龄段儿童的色彩偏好, 选用符合儿童环境心理的色彩, 可以在相同情况下为儿童提供更加舒适和积极的街道环境^[32](见图15)。

4.4.3 氛围营造增加互动活力

儿童友好的街道空间设计应当将交往与认知趣与美学体验纳入城市街道环境设计中。通过对铺装地面的“加法”设计, 增添丰富多元的创新性游戏与运动场地, 可以为儿童通学路径增添童趣、提升活力(见图16)。

5 结语

本文立足我国国情, 针对通学路径的适幼化进行研究, 从建成环境设计角度确定活力通学的目标及设计影响因素, 通过循证“通学出行决策概念模型”的指导作用, 提出我国城市活力通学的干预因素概念模型, 并基于此模型



图15 美国丹佛“见学地景”项目
Fig.15 "Learning landscape" project in Denver, USA
资料来源: 参考文献[33]。



图16 国内街道改造案例
Fig.16 Renovation cases of domestic street
资料来源: 推进城市公共空间适儿化改造, 23部门联合印发关于推进儿童友好城市建设指导意见 www.thepaper.cn/newsDetail_forward_14936072。

提出以活力通学为目标的城市街道优化设计策略, 包括交通结构系统化、场域空间功能类型化、配套设施复合化及环境细节设计乐童化4个方面, 在实践应用方面为营建促进活力通学的通学路径提供指导, 在理论创新方面为促进我国儿童友好的城市建成环境设计研究提供技术路线。

参考文献 References

[1] BIDDLE S J, GORELY T, STENSEL D J. Health-enhancing physical activity and sedentary behaviour in children and adolescents[J]. Journal of Sports Sciences, 2004, 22(8): 679-701.
[2] KLESGES R C, ECK L H, HANSON C L, et al. Effects of obesity, social interactions, and physical environment on physical activity in preschoolers[J]. Health Psychology, 1990, 9(4): 435-449.

- [3] MCMILLAN T E. The relative influence of urban form on a child's travel mode to school[J]. *Transportation Research Part A Policy & Practice*, 2007, 41(1): 69-79.
- [4] MCMILLAN T E. Urban form and a child's trip to school: the current literature and a framework for future research[J]. *Journal of Planning Literature*, 2005, 19(4): 440-456.
- [5] PANTER J R, JONES A P, SLUIJS E M V. Environmental determinants of active travel in youth: a review and framework for future research[J]. *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, 2008, 5(1): 1-14.
- [6] RAKTIM M. Independent mobility and mode choice for school transportation: a review and framework for future research[J]. *Transport Reviews*, 2013, 33(1): 21-43.
- [7] MITRA R, BULIUNG R, ROORDA M. Built environment and school travel mode choice in Toronto, Canada[J]. *Journal of the Transportation Research Board*, 2010, 2156(1): 150-159.
- [8] HANDY S, CLIFTON K. Local shopping as a strategy for reducing automobile travel[J]. *Transportation*, 2001, 28(4): 317-346.
- [9] SHOEMAKER W, SEELEY A. Neighborhood design and rates of walking and biking to elementary school in 34 California communities[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2004, 19(2): 128-136.
- [10] EWING R, SCHROEER W, GREENE W. School location and student travel analysis of factors affecting mode choice[J]. *Journal of the Transportation Research Board*, 2004, 1895(1): 55-63.
- [11] ZIVIANI J, SCOTT J, WADLEY D. Walking to school: incidental physical activity in the daily occupations of Australian children[J]. *Occupational Therapy International*, 2004, 11(1): 1-11.
- [12] TIMPERIO A, CRAWFORD D, TELFORD A, et al. Perceptions about the local neighborhood and walking and cycling among children[J]. *Preventive Medicine*, 2004, 38(1): 39-47.
- [13] TIMPERIO A, BALL K, SALMON J, et al. Personal, family, social, and environmental correlates of active commuting to school[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2006, 30(1): 45-51.
- [14] CARVER A, SALMON J, CAMPBELL K, et al. How do perceptions of local neighborhood relate to adolescents' walking and cycling?[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2005, 20(2): 139-147.
- [15] Transportation Research Board Institute of Medicine of the National Academies. Does the built environment influence physical activity? Examining the evidence[R]. 2005.
- [16] BOARNET M G, ANDERSON C L, DAY K, et al. Evaluation of the California Safe Routes to School legislation: urban form changes and children's active transportation to school[J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2005, 28(S2): 134-140.
- [17] SCHLOSSBERG M, PHILLIPS P P, JOHNSON B, et al. How do they get there? A spatial analysis of a 'sprawl school' in Oregon[J]. *Planning Practice and Research*, 2005, 20(2): 147-162.
- [18] SCHLOSSBERG M, GREENE J, PHILLIPS P P, et al. Effects of urban form and distance on travel mode[J]. *Journal of the American Planning Association*, 2006, 72(3): 337-346.
- [19] KERR J, ROSENBERG D, SALLIES J F, et al. Active commuting to school: associations with environment and parental concerns[J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2006, 38(4): 787-793.
- [20] EVENSON K R, BIRNBAUM A S, BEDIMORUNG A L, et al. Girls' perception of physical environmental factors and transportation: reliability and association with physical activity and active transport to school[J]. *International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, 2006, 3(1): 28.
- [21] FRANK L, KERR J, CHAPMAN J, et al. Urban form relationships with walk trip frequency and distance among youth[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2007, 21(S4): 305-311.
- [22] ALTON D, ADAB P, ROBERTS L, et al. Relationship between walking levels and perceptions of the local neighbourhood environment[J]. *Archives of Disease in Childhood*, 2007, 92(1): 29-33.
- [23] MOTA J, GOMES H, ALMEIDA M, et al. Active versus passive transportation to school—differences in screen time, socio-economic position and perceived environmental characteristics in adolescent girls[J]. *Annals of Human Biology*, 2007, 34(3): 273-282.
- [24] LARSEN K, GILLILAND J, HESS P M. Route-based analysis to capture the environmental influences on a child's mode of travel between home and school[J]. *Annals of the Association of American Geographers*, 2012, 102(6): 1348-1365.
- [25] 王侠, 焦健. 基于通学出行的建成环境研究综述[J]. *国际城市规划*, 2018, 33(6): 57-62, 109.
- WANG Xia, JIAO Jian. A review of research on built environment based on general study travel[J]. *Urban Planning International*, 2018, 33(6): 57-62, 109
- [26] 李淑娟. 行为空间互动下的小学校园设计[D]. 天津: 天津大学, 2006.
- LI Shujuan. Primary school campus design under behavioral space interaction[D]. Tianjin: Tianjin University, 2006.
- [27] 陈云霞. 儿童友好型城市理念下的社区交通系统优化研究——以深圳市园岭新村为例[D]. 深圳: 深圳大学, 2019.
- CHEN Yunxia. Research on community transportation system optimization based on child friendly city concept—a case study of Shenzhen Yuanling New Village[D]. Shenzhen: Shenzhen University, 2019.
- [28] 王兰桥. 华强北商业步行街夜间光环境质量分析与优化设计研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2019.
- WANG Lanqiao. Study on night light environment quality analysis and optimization design of Huaqiangbei commercial pedestrian street[D]. Harbin: Harbin University of Technology, 2019.
- [29] 李圆圆. 儿童户外游戏场地设计与儿童行为心理的耦合性研究[D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- LI Yuanyuan. Study on the coupling between children's outdoor game venue design and children's behavior psychology[D]. Chongqing: Southwest University, 2009.
- [30] 高玥. 促进儿童活力通学的城市街道环境设计优化策略[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2020.
- GAO Yue. Optimization strategy of urban street environment design for promoting children's active school transportation[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2020.
- [31] 简·雅各布斯. 美国大城市的死与生[M]. 金衡山, 译. 南京: 凤凰出版传媒集团, 2006.
- JACOBS J. Death and life of American big cities[M]. JIN Hengshan, translate. Nanjing: Phoenix Publishing and Media Group, 2006.
- [32] 华乃斯. 儿童友好视角下中小学校园空间设计策略研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2019.
- HUA Naisi. Research on campus space design strategy of primary and secondary schools from the perspective of child friendliness[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2019.
- [33] 中规设计. 儿童友好城市空间如何打造? 几个要点了解一下[EB/OL]. (2018-05-16) [2020-04-03]. https://www.sohu.com/a/231813455_100142980.
- China Planning Design. How to build a child friendly city space? Let's take a look[EB/OL]. (2018-05-16)[2020-04-03]. https://www.sohu.com/a/231813455_100142980.