

儿童放学活动机会与通学环境的关联性及活动机会谱研究*

The Correlation Between Children's After-School Activity Opportunity and Travel Environment of Walking to School and Activity Opportunity Spectrum

陆 明 孟庆贺 张 岩 李瑞南 LU Ming, MENG Qinghe, ZHANG Yan, LI Ruinan

摘 要 为研究儿童放学活动与通学环境之间的关系特征,首先,通过构建儿童放学活动机会函数,从通学距离、交通安全、街道连通、环境舒适和设施吸引5个特征维度测度通学环境,分析通学环境对放学活动机会的影响。其次,总结不同放学活动机会下通学环境特征、放学活动行为及放学活动空间需求等差异特点,绘制儿童放学活动机会谱。最后,得到研究结果:(1)5个维度通学环境特征与儿童放学活动机会存在显著相关性;(2)对通学环境的感知程度从高到低依次为街道连通、设施吸引、交通安全、环境舒适、通学距离,但不同活动机会下主观感知各有侧重;(3)放学活动机会谱解释了不同放学活动机会与通学环境、放学活动行为及放学活动空间需求所对应的映射关系。以为儿童通学路径建设提供参考。

Abstract To analyze the correlation between the opportunity of children's after-school activity (CASA) and the travel environment of walking to or from school (WTFS), this paper constructs the opportunity function of CASA. The travel environment of WTFS is measured from the five characteristics of proximity distance, traffic safety, street connectivity, environmental comfort, and facility attractiveness. This paper analyzes the effect of the travel environment of WTFS on the opportunity of CASA by regression analysis and summarizes the differences in environment characteristics, activity behavior, and space needs under different activity opportunities to draw the opportunity spectrum of CASA. The results show a significant correlation between the opportunity of CASA and the five characteristics of the travel environment of WTFS. The subjective perception degree of the characteristics of the travel environment of WTFS is street connectivity > facility attractiveness > traffic safety > environment comfort > proximity distance, but the perception has different focuses for different activity opportunities. The activity opportunity spectrum expresses the corresponding relationship between the different opportunities of CASA and the characteristics of the travel environment, activity behavior, and space demand, which reflects the different preferences of CASA. This paper provides references for the construction of the travel environment of WTFS.

关 键 词 通学;儿童放学活动机会;通学环境;活动机会函数;活动机会谱

Key words walking to or from school (WTFS); children's after-school activity (CASA); travel environment of WTFS; activity opportunity function; activity opportunity spectrum

文章编号 1673-8985 (2025) 01-0105-08 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20250114

作者简介

陆 明

哈尔滨工业大学建筑与设计学院
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 教授,博士生导师

孟庆贺 (通信作者)

哈尔滨工业大学建筑与设计学院
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 博士研究生, hitmqh@126.com

张 岩

哈尔滨工业大学建筑与设计学院
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 博士研究生

李瑞南

哈尔滨工业大学建筑与设计学院
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

0 引言

1996年联合国提出“儿童友好型城市倡议”,2002年发布《适合儿童生长的世界》文件,提出应建设适宜儿童居住的城市和社区。儿童友好城市建设成为全球城市广泛关注的课题。当前,城乡规划领域对儿童友好城市研究主要围绕建成环境与儿童需求关系展开,广泛开展社区空间、公园绿地、广场、街道等建成环境

*基金项目:国家自然科学基金项目“东北地区收缩城市空间绩效提升的驱动机制及差异化规划调控研究”(编号52478047)资助。

对儿童行为、健康、学习等需求的适配性研究，并证实建成环境对儿童的健康^[1]、体力活动与游戏^[2-3]、通学行为^[4-5]等方面有着深刻影响。儿童通学研究是当前儿童友好城市关注的话题之一^[6]，主要讨论儿童积极通学（通过步行、骑车等方式上下学）与体力活动、健康的关系^{[7]57}。鼓励儿童积极通学，不仅能提高儿童体力活动，提升儿童健康，也能改善城市交通与环境问题^{[8]251-252}，推动城市绿色低碳的生活方式^[9]。

通学环境对儿童通学行为有着密切影响。McMillan^{[10]69}通过客观测度揭示城市形态对上学出行方式的影响，他还证实对社区安全、交通安全、出行交通，以及社会和文化规范的感知更能影响积极通学的行为决策^{[11]440}。Mitra^{[12]33}提出通学出行行为模型（Behavior Model of School Transportation, BMST）概念，来解释城市空间结构、邻里建成环境、社会环境等不同层面环境因素对通学行为决策的影响。国内学者从多角度开展了建成环境与通学行为关系的实证研究。刘吉祥等^{[8]251}认为通学距离、以5Ds模型表征的建成环境与积极通学存在非线性关系和阈值效应；王侠等^{[13]3}认为街道空间的可步行性和活力对步行通学有显著影响。

以上研究大多讨论通学环境对积极通学的影响效应，以发现促进积极通学的建成环境因素。但有文献研究表明，儿童在通学中的行为活动也是促进积极通学的重要因素^{[12]21, [14]3401-3402}。此外，城市中儿童活动空间受限于社区^{[15]88}、公园^[16]和生活性街道^[17]等建成环境，现有建成环境条件的制约，以及空间和设施设计上对儿童需求的忽略^[18]，使得儿童的活动机会不断减少^[19]，有学者提出让儿童游戏回归街道^[20-21]。对于儿童来说，上下学是他们日常生活的一部分，通学环境是他们日常接触较频繁的建成环境。由此，发掘通学环境中的儿童行为活动潜力有着重要意义，不仅能够极大促进儿童积极通学，也能拓展他们的体力活动范围。

既往通学环境研究中大多揭示通学环境对积极通学选择的影响，而通学环境对儿童活动行为的影响研究有待进一步深入。因此，为了考查儿童放学途中的活动行为与通学环境

之间的关系，本文提出“放学活动机会”概念，借助效用函数思想，构建儿童放学活动机会函数。儿童放学活动机会函数表征的是放学活动与通学环境之间的一种函数关系，通过对儿童放学活动机会分析，实现两个研究目的：一是揭示通学环境对儿童放学活动的影响效应；二是分析以“通学环境特征—放学活动行为特征—放学活动空间需求”（环境—行为—需求）为关联内容的儿童放学活动机会谱，以分析不同活动机会下儿童放学活动偏好。

1 儿童通学环境特征分析

1.1 儿童通学环境研究梳理

当前，建成环境研究测度多采用“5Ds”理论，包括密度（density）、土地利用多样性（diversity）和设计（design）（3Ds^[22]），以及目的地可达性（destination accessibility）^[23]、交通设施可达性（distance to transit）^[24]等建成环境特征。“5Ds”理论最初用于研究出行行为与建成环境之间的关联效应，后来该理论被拓展应用到其他研究场景，如通学活动^{[8]260}、健康行为^[25]、居民幸福感^[26]等研究。同时，有研究认为“5Ds”能很好地解释建成环境对成年人群体的影响，但对儿童群体来说研究解释性存在差异^{[12]22, [13]4}。因此，需要制定适合儿童研究语境下的建成环境研究内容。本文聚焦儿童通学环境特征分析，通过梳理国内外针对儿童通学环境的相关研究，总结形成适合儿童通学环境测度的内容。

国外学者最早开展了儿童通学环境与通学的关系研究。McMillan^{[10]69}研究了城市形态与儿童通学决策的关系，发现城市形态作为中介变量，会影响非机动车出行行为，进而影响通学方式选择。进一步，McMillan发现非城市形态因素更能影响积极通学的行为决策，包括对社区安全、交通安全、家庭交通选择和社会、文化规范等因素的感知^{[11]449}。Panter等认为McMillan的模型没有纳入一些关键性建成环境，因此将社会互动、辅助主动旅行的设施和社区的城市形态，以及更短的路线长度和道路安全等建成环境因素融入围绕步行和骑行选择的更广泛

的决策过程中^{[27]9}，并继续证实邻里、通学路线及学校3类建成环境与步行和骑自行车上学有关^[28]。Mitra在总结前人研究的基础上，提出通学出行行为模型（BMST），以解释不同层面环境因素对通学行为决策的影响^{[12]33}，并开展了实证研究^{[14]3404-3405, [29]51, [30]}。Mitra提出的通学行为模型是基于社会生态模型理论构建的，包括个体维度、家庭维度、城市环境维度和政策维度的影响因素^{[12]33}。在城市环境维度，Mitra确定了影响儿童通学行为的5个城市环境特征，包括距离（proximity）、交通和个人安全（safety）、连通性（connectivity）、舒适性（comfort）和吸引力（attractiveness）^{[12]33, [31]}（见图1）。

5个维度的通学环境特征对儿童通学的影响关系在很多研究中得到证实。距离特征映射的是儿童通学成本，表现在空间和时间维度两个方面。Ewin^[32]认为，靠近学校可以降低通学的总成本，促进家长 and 儿童选择积极通学。安全特征包括交通安全和个人安全。交通流量、街道设计（如人行道设计）、交通设施等是影响交通安全的因素，McMillan^{[11]450}发现交通量大、车速快的道路会阻碍儿童积极通学；Boarnet等^[33]认为人行道的设计可以增强对交通安全的感知，促进儿童积极通学。个人安全主要是指在无家长陪同情况下儿童获得安全的环境，例如研究表明，一些小规模零售商店的存在可以增加儿童安全^[34]。连通性主要指街道连通性，有研究表明在街道连通性高的地段，除非交通量低，否则不利于儿童积极通学^[35]。舒适性和吸引力的积极因素，如街道高绿化覆盖率、尺度宜人的建筑、混合的土地利用等^{[10]75, [36]}，都会促进儿童积极通学。

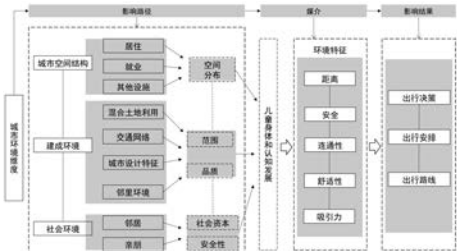


图1 BMST的城市环境维度
Fig.1 Urban environment dimension of BMST

资料来源：笔者根据参考文献[12]33整理。

国内学者也开展了相关的实证研究。王晓歌等^[13]研究证实道路可步行性与活力同步行通学有显著关联。刘吉祥等^[8]研究发 现通学距离是影响步行通学的重要因素,道路交叉 口、离市中心距离等建成环境要素有明显的阈 值效应。武凤文等^[37]研究发 现街道功能差异在不同维度上影响步行通学的健康安全 性。王侠等^[38]研究得出通学距离、通学空间安全需 求等对通学出行的制约性。简单等^[39]研究发 现安全性是家长考虑积极通学的首要因 素,其中人行信号灯、交叉口密度对通学出行 方式存在显著影响。

综上,通学环境的距离、安全、连通性、舒 适性和吸引力等5个维度特征,能够较好地 从儿童需求角度反映出建成环境特征。相较于 “5Ds”的普适性测度研究,这5个维度的通学 环境特征可以更好解释儿童通学环境对通学 行为的影响。

1.2 通学环境特征测度

本文基于距离、安全、连通性、舒适性和吸 引力5个维度,根据既有实证研究经验,从通学 距离、交通安全、街道连通、环境舒适和设施吸 引5个维度构建通学环境特征的测度体系。

一些学者认为环境因素通过主观感知进 而影响通学出行决策,主观感知因素比客观性 因素具有更强的解释力度^[7]。在通学环境中 可主观感知的环境因素往往对通学行为起到

更重要的作用,因此本文的通学环境因素主要 研究可主观感知的环境因素。依据是否利于主 观感知,数据获取的可能性、指标易量化性,以 及便于与街道更新、交通规划等不同层面的规 划衔接,制定具体测度内容。(1) 通学距离测 度内容包括对通学路线距离和时间上的主观 感受;(2) 交通安全测度内容包括对车流量、 交通设施、人行道平整的主观感受;(3) 街道 连通测度内容包括人们可感知的交通换乘及 街道交叉口;(4) 环境舒适测度内容包括对街 道卫生、绿化环境以及便于与同学结伴的主观 感受;(5) 设施吸引测度内容包括对生活性设 施和办公文具类设施的主观感受。具体的测度 指标及解释见表1。

在研究对象上,由于儿童年纪小,国内家 长接送情况较为普遍,儿童通学行为很大程度 上受控于家长。同时,国外研究也多证实家长 感知对儿童活动有很大影响^[14]。因此, 本文以家长主观感知为主,辅助以儿童主观感 知开展研究。

2 理论基础与研究方法

2.1 理论基础

2.1.1 效用函数理论

“效用”是经济学中用来表示消费者获得 满足程度的一个测量单位,其对应的效用函数 是衡量消费者从既定商品组合中所获得的满意 程度,基本数学表达形式为 $U=U(x, y, z, \cdots)$,

其中 x, y, z 表示消费者购买的各种商品数量 的组合。效用函数理论所蕴含的一个思想是, 在预算成本限制下,只有在效用最大化时,消 费者才会发生消费行为。效用函数被规划学者 用来分析游憩行为发生的决定因素。依据效用 函数理论,吴承照提出游憩效用和居民游憩机 会的函数公式(见表2)。根据游憩机会函数定 义,在只考虑目的地自身条件下,居民选择某 地游憩的可能性与该地吸引力(正向因素)成 正比,与距离和价格(负向因素)成反比。显 然,如果将游憩条件因素进行扩展,那么游憩 机会函数的一般数学意义是,居民游憩机会与 促进类游憩条件成正比,与制约类游憩条件成 反比。

2.1.2 理论借鉴

游憩机会函数建构了居民游憩机会与目 的地游憩条件之间的数学含义,借助这一思想, 提出本文儿童放学活动机会与通学环境的数学 关系(放学活动机会函数),一般表达式为:

$$P = \frac{U_f}{U_r} = \frac{U(x_1, x_2, \cdots, x_i)}{U(y_1, y_2, \cdots, y_j)} \tag{1}$$

式中: P 为儿童放学活动机会; f 为促进类 通学环境特征; U_f 为促进类要素的效用值; r 为 制约类通学环境特征; U_r 为制约类要素的效用 值; x_i 和 y_j 为各具体的通学环境特征要素。

对于通学环境效用值 U_f 、 U_r ,以儿童对 通学环境满意度评价为内容进行计算,计算 方法为:

$$U_f = \sum_{i=1} \lambda_i U(x_i) \text{ \& } U_r = \sum_{j=1} \lambda_j U(y_j) \tag{2}$$

式中: λ 为各通学环境特征要素的权重

表2 效用函数理论在游憩研究中的应用
Tab.2 Application of utility function theory in recreation research

游憩效用函数	游憩机会函数
$U = G \frac{A}{f(d)f(q)}$	$P_i = \frac{U_i}{\sum U} = \frac{A_i / f(d_i)f(q_i)}{\sum A / f(d)f(q)}$
式中: U 表示游憩效用; A 表示目的地吸引力; $f(d)$ 表示距离; $f(q)$ 表示价格; G 是常数	

资料来源:笔者根据参考文献[43]整理。

表1 通学环境特征测度指标及内容
Tab.1 Indicators and contents of characteristics of the travel environment of WTFS

特征类型	指标	指标解释	参考文献
通学距离A	A1路线距离	路线距离最近	[8]254, [38]144, [40]
	A2通学时间	通学耗时最多	
交通安全B	B1车流量	车流量较少	[39]828, [10]73, [11]444
	B2交通设施	路口信号灯、斑马线等设施齐备	
	B3人行道平整	人行道路面高低平整	
街道连通C	C1交通换乘	距公交站、地铁站近,换乘便利	[29]54, [39]828, [8]254
	C2街道交叉口	交叉口多,方便转弯去其他目的地	
环境舒适D	D1街道卫生	街道卫生整洁	[13]6-7, [27]9
	D2绿化环境	行道树等绿化覆盖率高	
	D3便于结伴	良好环境使得与同学结伴意愿增强	
设施吸引E	E1生活性设施	沿线超市、菜市场、小卖铺等商铺	[10]73, [27]9, [37]23
	E2办公文具设施	沿线文具店、打印店等商铺	

资料来源:笔者自制。

值; $U(x_i)$ 为促成类各通学环境特征要素的效用值; $U(y_j)$ 为制约类各通学环境特征要素的效用值。

2.2 研究方法

2.2.1 研究分析方法

本文将儿童放学活动机会视为因变量,把它看成一个对立概率事件,即发生 ($P=1$),或者不发生 ($P=0$),而通学环境特征则是一个多维度自变量。为研究两者的相关性,本文选取二元逻辑回归分析法,其原理公式为:

$$\text{logit}(P) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \alpha + \beta_1 X_1 + \cdots \beta_m X_m \quad (3)$$

式中: P 为事件发生的概率; α 为常量; β_m 为逻辑回归系数; X_m 为自变量。

利用二元逻辑回归分析,不仅可以探明儿童放学活动机会与通学环境特征是否存在关联,还能进一步发现两者的相关性内容,这一信息主要反映在逻辑回归系数 β 和优势比Exp (B)上。其中, β 值的正负性质代表着正负相关关系,可以用于判定这一要素属于促成类要素,还是制约类要素,Exp (B)值可以作为各通学环境特征要素的权重值 $\lambda^{①}$ 。

2.2.2 问卷设计与数据收集

为了解儿童放学活动情况和他们对通学环境的满意度,设计调研问卷内容,包括学生基本信息、通学活动行为与需求、通学环境评价等方面。其中,(1) 通学活动行为与需求主要对儿童通学时长、放学活动行为、活动需求的类型等设置题目,采用观察和问卷等方法展开调查;(2) 通学环境主观感知评价主要根据表1设置了12项量表内容,采用五分制李克特量表法进行主观评价。

本文在哈尔滨老城区3所学校学区范围内无差别随机开展问卷发放,该调研范围位于哈尔滨老城区中心,学区内通学环境多样,有一定的研究代表性。调研对象包括1—6年级小学生及学生家长。实际发放问卷360份,回收问卷358份,去掉未答全内容的无效问卷,得到有效问卷354份。对有效问卷的量表数据

进行信度和效度分析,信度分析结果显示 (见表3), Cronbach's Alpha值为0.88,通过信度检验,表明量表数据一致性较好。由于本研究数据量表是表征5个维度通学环境特征,为已知维度,因此效度分析为验证性因子分析,结果如表3所示,效度指标值均通过检验,表明模型拟合度较好。

2.3 分析过程

分析流程如图2所示。首先,分析通学环境特征对放学活动选择的影响效应。基于效用函数理论,量化处理放学活动和通学环境特征。放学活动作为因变量,量化处理为对立事件,即发生 ($P=1$) 或者不发生 ($P=0$) 两种事件情形;通学环境特征是一个多维度自变量,量化处理为对其满意评价的效用值。

利用二元逻辑回归方法探究各通学环境特征对放学活动的作用效应,提取通学环境特征各指标层的回归系数和优势比。其中回归系数表征通学环境特征对放学活动选择的正负效应,即促成或抑制放学活动;优势比表征通学环境特征对放学活动选择的作用程度。进而分析得出通学环境特征对放学活动选择的影

响效应。

其次,基于通学环境特征分析儿童放学活动机会特征。利用式 (1)、式 (2) 搭建起通学环境特征效用与放学活动机会的函数关系,分析在通学环境特征作用下的放学活动机会特征。划分高中低不同程度的放学活动机会,剖析不同放学活动机会下的通学环境特征差异。

最后,基于“环境—行为—需求”3个方面内容,以谱系分类方式分析不同放学活动机会下通学环境特征、活动行为特征和空间需求特征等关联内容,形成儿童放学活动机会谱。

表3 信度和效度检验结果

Tab.3 Test results of reliability and validity			
检验类型	检验指标	检验值	参考值
信度检验	Cronbach's Alpha	0.88	>0.70
	GMIN/DF (X^2/df)	3.096	<5.000
	TLI	0.916	>0.900
效度检验	GFI	0.939	>0.900
	RMSEA	0.077	<0.080
	AGFI	0.891	>0.800
	NFI	0.920	>0.900
	CFI	0.944	>0.900
	IFI	0.945	>0.900

注:信度检验项数为12。

资料来源:笔者自制。

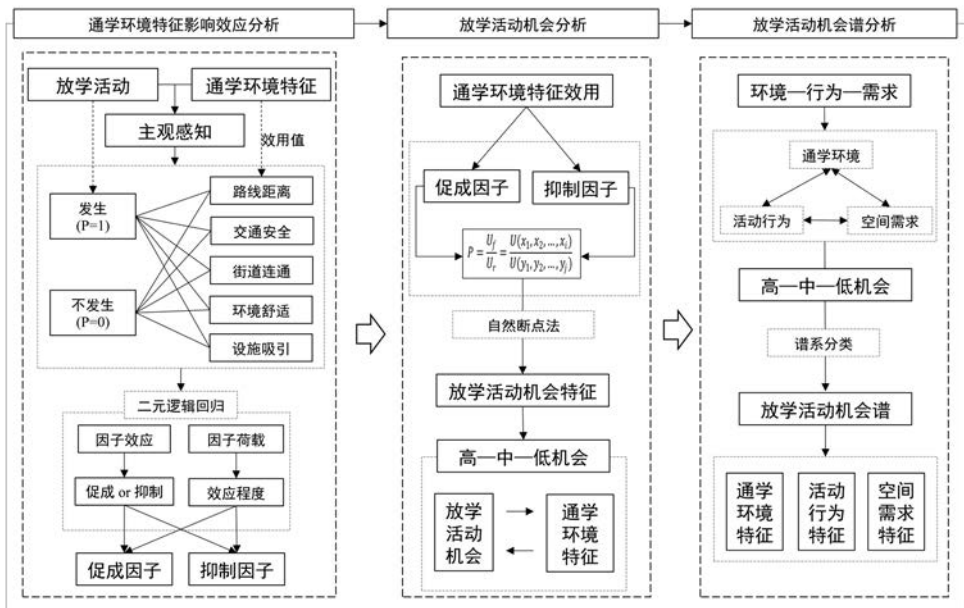


图2 本研究分析流程
Fig.2 Process content of this study

资料来源:笔者自绘。

注释: ① 二元逻辑回归分析中回归系数表示自变量对因变量的影响关系,正负性分别代表正相关和负相关,但无法表示影响的程度大小,而优势比Exp (B)可以表示自变量对因变量的作用程度。

3 结果分析

3.1 通学环境对儿童放学活动的影响效应

通学环境对儿童放学活动的影响具有显著差异性（见表4）。

通学距离方面，儿童放学活动与通学距离和时间具有显著相关性。其中，路线距离具有正相关性，表明通学路线距离越小，放学活动的可能性越大；通学时间具有负相关性，表明通学时间越长，放学活动的可能性越小。综合来看，放学活动对通学距离的主观感知在路线距离和通学时间上都倾向于“最少化”，主观感受上的最小距离和最少时间都会引起放学活动的发生。从优势比指数看，相较于通学时间，路线距离的主观感知对放学活动选择影响程度更大。

交通安全方面，儿童放学活动与车流量、交通设施具有正相关性，表明对车流量少、交通设施齐备的主观感知能积极促成放学活动发生。人行道平整与放学活动选择具有负相关性，表明人行道平整一定程度上抑制放学活动的发生。从优势比指数看，在车流量、交通设施、人行道平整3个指标中，交通设施的主观感知对放学活动影响更大。

街道连通方面，儿童放学活动与交通换乘、街道交叉口存在显著负相关性，表明换乘方便、交叉口多等一定程度上抑制放学活动的发生。从优势比指数看，街道交叉口的主观感知对放学活动选择影响更大。

环境舒适与设施吸引方面，儿童放学活动与街道卫生、绿化环境、便于结伴，以及生活性设施和办公文具设施等5个指标都存在显著的正相关性，表明环境舒适与设施吸引能促

成放学活动的发生。从优势比指数看，5个指标的影响程度相当。

3.2 不同情形的儿童放学活动机会及其通学环境特征

基于上述分析结果，影响放学活动的促成因子包括路线距离、车流量、交通设施、街道卫生、绿化环境、便于结伴、生活性设施和办公文具设施，抑制因子包括通学时间、人行道平整、交通换乘和街道交叉口。根据式（1）、式（2）计算出通学环境特征效用值，以

及放学活动机会值，然后利用自然断点法将放学活动机会划分为3类，包括低机会、中机会和高机会（见表5）。结果表明，通学环境影响儿童放学活动机会的主观感知程度依次是街道连通、设施吸引、交通安全、环境舒适、通学距离。从不同放学活动机会情形看（见图3），高活动机会中对通学距离、交通安全、环境舒适、设施吸引的主观感知较突出，中活动机会中对街道连通的主观感知较突出，低活动机会中对交通安全、环境舒适的主观感知较一般。

表4 放学活动与通学环境特征的相关性检验结果
Tab.4 Correlation test results of CASA and travel environment of WTFs

通学环境特征		显著性Sig.	回归系数β	优势比Exp (B)
通学距离A	A1路线距离	0.035*	0.810	2.247
	A2通学时间	0.002**	-1.724	0.178
交通安全B	B1车流量	0.016*	0.638	1.892
	B2交通设施	0.000**	1.421	4.143
	B3人行道平整	0.001**	-0.985	0.374
街道连通C	C1交通换乘	0.005**	-0.928	0.395
	C2街道交叉口	0.043*	-0.616	0.540
	D1街道卫生	0.016*	0.558	1.747
环境舒适D	D2绿化环境	0.039*	0.594	1.811
	D3便于结伴	0.021*	0.574	1.776
设施吸引E	E1生活性设施	0.048*	0.497	1.644
	E2办公文具设施	0.034*	0.485	1.624

注：Hosmer和Lemeshow检验结果为Sig.=0.990；**表示在0.01水平（双侧）处显著相关；*表示在0.05水平（双侧）处显著相关。

资料来源：笔者自制。

表5 不同放学活动机会类型划分
Tab.5 Different types of after-school activity opportunities

不同放学活动机会类型	效用均值				
	通学距离A	交通安全B	街道连通C	环境舒适D	设施吸引E
低活动机会 (5.70—10.39)	3.282	3.602	3.856	3.513	3.738
中活动机会 (10.40—14.11)	3.278	3.608	3.858	3.516	3.737
高活动机会 (14.12—27.09)	3.288	3.612	3.855	3.521	3.752

资料来源：笔者自制。

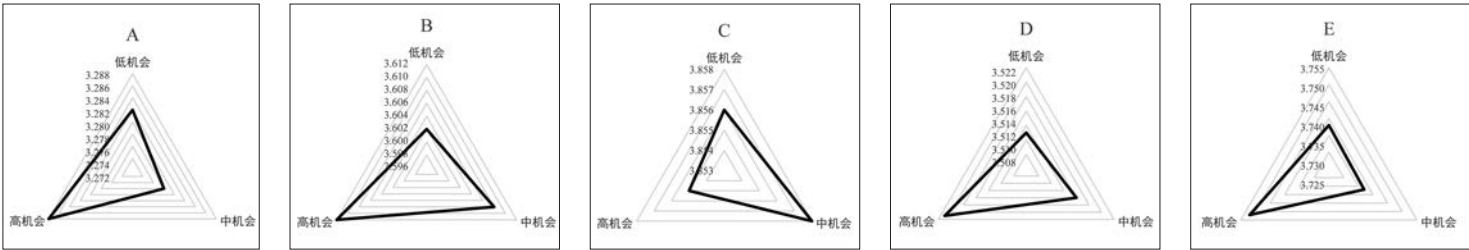


图3 不同机会下通学环境特征的主观感知差异
Fig.3 Differences in perception of environment characteristics under different opportunities

资料来源：笔者自绘。

3.3 基于“环境—行为—需求”的放学活动机会谱分析

将放学活动行为与放学活动空间需求纳入放学活动机会中分析。放学活动行为分析表明,放学活动行为特征包括停留玩耍、停留交谈、停留购物、边走边玩、追逐嬉戏等,其中停留交谈和边走边玩是突出的放学活动行为。放学活动空间需求分析表明,对通学路径上的自然空间(包括绿地公园、有植物的地方等)以及文具书店类设施需求倾向较为突出,此外通学路径上的人行道空间、健身设施等也是放学活动的重要需求空间(见图4)。

利用谱系分类思想,以通学环境特征、放学活动行为及放学活动空间需求为分类内容,构建不同机会情形下儿童放学活动机会谱(见图5)。低活动机会中,对交通安全和环境舒适的主观感知较低,对其他通学环境特征主观感知一般;停留交谈是较突出的放学活动行为;对文具书店类设施等空间需求较突出。中活动机会中,对街道连通的主观感知较高,其次是交通安全和环境舒适;追逐嬉戏是较突出的放学活动行为,其次是停留玩耍、边走边玩等;对人行道和有植物地方等空间需求较为突出。高活动机会中,对街道连通的主观感知一般,对其他通学环境特征的主观感知较为突出;突出的活动行为包括停留玩耍、停留交谈、停留购物、边走边玩等;对绿地公园和健身设施等空间需求较为突出。儿童放学活动机会谱表达出不同情形下的放学活动机会与通学环境特征、放学活动行为以及放学活动空间需求之间的对应关系,为探讨

儿童放学活动与通学环境之间的关系提供一种解释方式。

3.4 研究应用

儿童通学环境建设成为城市规划与建设的重要内容之一。2023年中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于构建优质均衡的基本公共教育服务体系的意见》,提出将学生上学路径和校园周边交通环境改造作为城市规划建设的重要任务。为紧密联系国家提出的通学环境改造要求,考虑通学环境与儿童放学活动之间的关系,提出以下更新规划与建设的建议。

首先,可利用本文5个维度通学环境特征,评估通学环境更新潜力,确定改造优先时序。通学环境改造面临范围广、投资多等问题,需要根据实际情况有计划地开展更新工作。本文通过研究证明了通学距离、交通安全、街道连通、环境舒适和设施吸引等通学环境特征与儿童放学活动行为的关系,可结合其他已有研究,为评估通学环境更新潜力提供决策辅助。

其次,从促进儿童放学活动的视角提出通学环境更新改造策略。放学活动机会谱得到的启示是,可以通过对通学环境的补短提效,实现不同放学活动机会的象限转化(见图6),主要包括以下更新策略:

(1) 提升通学道路品质,增加儿童放学活动机会。通学道路品质优化目的是为了有效提升街道可步行性和可活动性。可以通过调整学区内部街道等级,对不同等级道路进行主要功能划分,形成连通便利的通学路径网络。对

有条件的既有道路进行改造,可以将原人行道进行划分,从步行区域内分离出儿童步行专用区,使用彩色标识或路面材质区分。儿童自行车道与步行区之间用低矮灌木或草坪分开,机动车道与通学道之间增添绿化隔离带。

(2) 完善通学场地设施,提供多元放学活动空间。通学街道空间要满足儿童游戏玩耍需求,促使儿童通过丰富的游戏进行更多体力活动。在设置儿童游戏与活动场地时应考虑儿童活动特点与游戏类型偏好,有针对性地设计儿童游戏活动场所。可充分挖掘街道空间,结合街边空地、宽阔人行道等做出趣味盎然的儿童玩乐场所。增加街道绿化、改善卫生条件,建设适宜儿童通行和活动的场地设施,设计吸引儿童停留的空间节点。

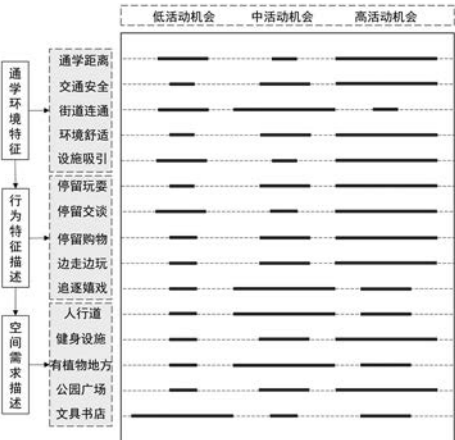
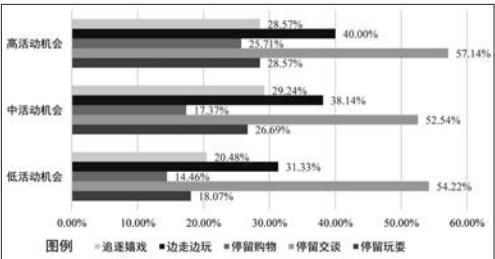
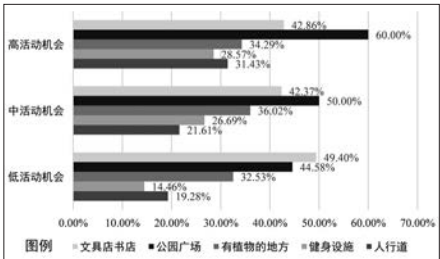


图5 儿童放学活动机会谱
Fig.5 The spectrum of children's after-school activity
资料来源:笔者自绘。



a 放学活动行为



b 放学活动空间需求

图4 不同机会下放学活动行为和放学活动空间需求示意
Fig.4 After-school activity behavior and space demand under different opportunities

资料来源:笔者自绘。

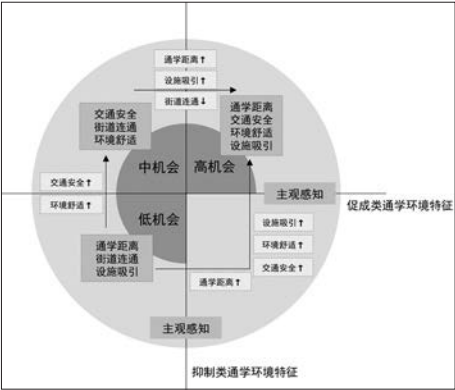


图6 不同放学活动机会的象限转化条件
Fig.6 Quadrantal conversion conditions of different
after-school activity opportunities

资料来源:笔者自绘。

4 结论与讨论

为研究儿童放学活动机会与通学环境之间的影响效应,本文构建了放学活动机会函数,以分析通学环境对儿童放学活动机会的影响关系。同时,分析了不同活动机会下通学环境特征、放学活动行为以及放学活动空间需求等差异,并以此绘制了儿童放学活动机会谱。通过研究得到以下结论:(1) 5个维度通学环境特征与儿童放学活动机会存在显著相关性,其中环境舒适和设施吸引具有显著正相关性,街道连通具有显著负相关性,通学距离、交通安全相关性存在差异;(2) 从放学活动机会的一般影响效应看,对通学环境的主观感知程度从高到低依次为街道连通、设施吸引、交通安全、环境舒适、通学距离,但不同活动机会下主观感知各有侧重;(3) 放学活动机会谱用于解释不同放学活动机会与通学环境特征、放学活动行为以及放学活动空间需求所对应的映射关系,反映出儿童放学活动的主观环境偏好。

本文从通学距离、交通安全、街道连通、环境舒适和设施吸引5个维度分析通学环境特征,利用放学活动机会函数研究通学环境与儿童放学活动行为的关系。研究发现,街道连通性与放学活动机会存在负相关性,这与既有儿童通学研究中的一些观点认知存在差异。既有的通学环境研究认为,尺度更小、更紧凑的街区能够促进通学^{[13]7-8}。这一差异的产生可能是因为街道连通性增加会带来安全问题^[44],由此不利于放学活动发生。此外,人行道平整因素与放学活动机会也存在负相关,这可能是由于儿童活动倾向于具有趣味性的空间环境^{[15]95},平整的人行道不能满足儿童这一需求特性。此外,通学环境条件的差异程度会影响人的感知结果,如在人行道宽度相差不多的情况下人的感知差异不明显,导致因素解释性较差,因此开展研究时需要根据选取的解释因素,考虑选择条件差异程度较大的通学环境。这些内容在以后研究中可以进一步证明和解释。

此外,本文提出的儿童放学活动机会函数公式,目的是分析放学活动机会与通学环境之间的关系,因此只考虑了通学环境因素。诚

然,影响放学活动机会的因素是多方面的,如一些研究指出通学行为在儿童与青少年之间存在差异^[45],本文研究对象主要是1—6年级小学生,研究中未发现这段年龄层之间的差异性,因此以后的研究可以考虑更大的学生年龄层因素。当然,在未来研究中还需要不断补充更多相关内容,如儿童社会属性、家庭因素、社区管理、城市政策等,以完善这一机会函数。

参考文献 References

[1] WARNER M E, ZHANG X. Healthy places for children: the critical role of engagement, common vision, and collaboration[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17(24): 9277.

[2] BAO Y, GAO M, LUO D, et al. Urban parks—a catalyst for activities! The effect of the perceived characteristics of the urban park environment on children's physical activity levels[J]. Forests, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2023, 14(2): 423.

[3] 孟雪, 李玲玲, 付本臣. 基于小学学龄儿童户外休闲活动实态调查的邻里建成环境优化设计研究[J]. 建筑学报, 2020 (s2): 164-170. MENG Xue, LI Lingling, FU Benchen. Study on the optimization design of neighborhood built environment based on an investigation of primary-school-age children's outdoor leisure activities[J]. Architectural Journal, 2020(s2): 164-170.

[4] 张宇, 程筱添, 高玥. 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[J]. 上海城市规划, 2023 (2): 133-140. ZHANG Yu, CHENG Xiaotian, GAO Yue. Influence factor model and design strategy of urban school travel aiming at active school transportation[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2023(2): 133-140.

[5] AMINPOUR F. Child-friendly environments in vertical schools: a qualitative study from the child's perspective[J]. Building and Environment, 2023, 242: 110503.

[6] 刘磊, 石楠, 何艳玲, 等. 儿童友好城市建设实践[J]. 城市规划, 2022, 46 (1): 44-52. LIU Lie, SHI Nan, HE Yanling, et al. Practice of child-friendly city construction[J]. City Planning

Review, 2022, 46(1): 44-52.

[7] 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. WANG Xia, JIAO Jian. A review of built environment research based on children's school travel behavior[J]. Urban Planning International, 2018, 33(6): 57-62.

[8] 刘吉祥, 肖龙珠, 周江评, 等. 建成环境与青少年步行通学的非线性关系——基于极限梯度提升模型的研究[J]. 地理科学进展, 2022, 41 (2): 251-263. LIU Jixiang, XIAO Longzhu, ZHOU Jiangping, et al. Non-linear relationships between the built environment and walking to school: applying extreme gradient boosting method[J]. Progress in Geography, 2022, 41(2): 251-263.

[9] YANG W, CAO X. Examining the effects of the neighborhood built environment on CO₂ emissions from different residential trip purposes: a case study in Guangzhou, China[J]. Cities, 2018, 81: 24-34.

[10] MCMILLAN T E. The relative influence of urban form on a child's travel mode to school[J]. Transportation Research Part A-Policy and Practice, 2007, 41(1): 69-79.

[11] 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.

[12] MITRA R. Independent mobility and mode choice for school transportation: a review and framework for future research[J]. Transport Reviews, 2013, 33(1): 21-43.

[13] 王晓歌, 黄多多, 刘晔, 等. 人本尺度街道空间品质对学童步行通学的影响——以北京市为例[J/OL]. (2023-08-24) [2024-12-17]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2378.tu.20230823.1451.004.html>. WANG Xiaoge, HUANG Duoduo, LIU Ye, et al. Impact of human-scale street space quality on walking to school by school-age children: a case study of Beijing[J/OL]. (2023-08-24) [2024-12-17]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2378.tu.20230823.1451.004.html>.

[14] MITRA R, FAULKNER G E, BULIUNG R N, et al. Do parental perceptions of the neighbourhood environment influence children's independent mobility? Evidence from Toronto, Canada[J]. Urban Studies, 2014, 51(16): 3401-3419.

[15] 黄钊, 尹雪梅. 山地城市社区儿童活动行为与空间关联性研究——以重庆渝中区上大田湾社区为例[J]. 城市规划, 2022, 46 (1): 87-98. HUANG Ling, YIN Xuemei. Correlation between children's outdoor activity behavior and public space in communities of mountain cities: a case study of Shangdatianwan Community in Yuzhong District, Chongqing[J]. City Planning Review,

- 2022, 46(1): 87-98.
- [16] 章晶晶, 项漱涯, 胡广, 等. 基于关联规则的儿童户外活动空间偏好研究——以杭州三个社区公园为例[J]. 中国园林, 2023, 39 (5): 69-74. ZHANG Jingjing, XIANG Qiuya, HU Guang, et al. A study on children's space preference for outdoor activities based on association rules: a case study of three community parks in Hangzhou[J]. Chinese Landscape Architecture, 2023, 39(5): 69-74.
- [17] 惠英, 廖佳妹, 张雪诺, 等. 基于行为活动模式的儿童友好型街道设计研究[J]. 城市规划学刊, 2021 (6): 92-99. HUI Ying, LIAO Jiamei, ZHANG Xuenuo, et al. Child-friendly street design based on behavioral patterns[J]. Urban Planning Forum, 2021(6): 92-99.
- [18] 张雪诺, 廖佳妹, 刘子昂, 等. 一米高度立体感知街道: 儿童友好型街道设计探索[J]. 上海城市规划, 2022 (6): 119-125. ZHANG Xuenuo, LIAO Jiamei, LIU Zi'ang, et al. One-meter three-dimensional perception of the street: an exploration of child-friendly street design[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2022(6): 119-125.
- [19] 张心悦, 韩西丽, 孙贵博, 等. 儿童放学后户外活动场地偏好及中高强度体力活动的影响因素[J]. 现代城市研究, 2023 (5): 14-21. ZHANG Xinyue, HAN Xili, SUN Guibo, et al. Children's afterschool outdoor site preference and influencing factors of moderate-to-vigorous physical activity[J]. Modern Urban Research, 2023(5): 14-21.
- [20] MITRA R, ABBASI Z. Bringing back play to urban streets[M]//WAYGOOD E O D, FRIMAN M, OLSSON L E, et al. Transport and children's wellbeing. Amsterdam: Elsevier, 2020: 237-252.
- [21] YOON J, LEE C. Neighborhood outdoor play of White and Non-White Hispanic children: cultural differences and environmental disparities[J]. Landscape and Urban Planning, 2019, 187: 11-22.
- [22] CERVERO R, KOCKELMAN K. Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design[J]. Transportation Research Part D Transport & Environment, 1997(2): 3.
- [23] EWING R, CERVERO R. Travel and the built environment: a synthesis[J]. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2001, 1780: 87-114.
- [24] EWING R, GRENWALD M J, et al. Measuring the impact of urban form and transit access on mixed use site trip generation rates-portland pilot study[M]. Washington DC: U.S.Environmental Protection Agency, 2009.
- [25] 董慰, 刘岩, 董禹. 健康视角下城市居民对建成环境感知的测度方法研究进展[J]. 科技导报, 2020, 38 (7): 61-68. DONG Wei, LIU Yan, DONG Yu. Measurement methods of urban residents' perception of built environment from a health perspective: a review[J]. Science & Technology Review, 2020, 38(7): 61-68.
- [26] WEI D, YAN L, YU D, et al. How the perceived built environment affects pedestrian well-being: evidence from three types of neighborhoods in Harbin, China[J]. China City Planning Review, 2024, 33(2): 65-76.
- [27] PANTER J R, JONES A P, VAN SLUIJS E M F. Environmental determinants of active travel in youth: a review and framework for future research[J]. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2008(5): 34.
- [28] PANTER J R, JONES A P, VAN SLUIJS E M F, et al. Neighborhood, route, and school environments and children's active commuting[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2010, 38(3): 268-278.
- [29] MITRA R, BULIUNG R N. Built environment correlates of active school transportation: neighborhood and the modifiable areal unit problem[J]. Journal of Transport Geography, 2012, 20(1): 51-61.
- [30] MITRA R, BULIUNG R N, ROORDA M J. Built environment and school travel mode choice in Toronto, Canada[J]. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2010, 2156(1): 150-159.
- [31] DESSING D, DE VRIES S I, HEGEMAN G, et al. Children's route choice during active transportation to school: difference between shortest and actual route[J]. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2016, 13(1): 48.
- [32] EWING R, SCHROEER W, GREENE W. School location and student travel analysis of factors affecting mode choice[J]. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2004, 1895: 55-63.
- [33] 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.
- [34] NOREEN C. Active transportation to school - trends among US school children, 1969-2001[J]. American Journal of Preventive Medicine, 2007, 32(6): 509-517.
- [35] GILES-CORTI B, WOOD G, PIKORA T, et al. School site and the potential to walk to school: the impact of street connectivity and traffic exposure in school neighborhoods[J]. Health & Place, 2011, 17(2): 545-550.
- [36] 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(6): 1348-1365.
- [37] 武凤文, 陈明远. 儿童健康安全视角下的步行通学道评测与优化策略[J]. 城市发展研究, 2020, 27 (7): 20-27. WU Fengwen, CHEN Mingyuan. The evaluation and improvement strategy of the way to elementary school from the perspective of children[J]. Urban Development Studies, 2020, 27(7): 20-27.
- [38] 王侠, 陈晓健. 西安城市小学通学出行的时空特征与制约分析[J]. 城市规划, 2018, 42 (11): 142-150. WANG Xia, CHEN Xiaojian. Spatial-temporal characteristics and constraint of primary school commuting in Xi'an City[J]. City Planning Review, 2018, 42(11): 142-150.
- [39] 简单, 朱玮. 儿童上学积极出行行为研究——以上海市为例[C]//2017中国城市规划年会论文集. 上海: 同济大学, 2017: 827-838. JIAN Dan, ZHU Wei. A study on children's active travel behavior to school: a case study of Shanghai[C]//Proceedings of the 2017 China Annual National Planning Conference. Shanghai: Tongji University, 2017: 827-838.
- [40] ZWERTS E, ALLAERT G, JANSSENS D, et al. How children view their travel behaviour: a case study from Flanders (Belgium)[J]. Journal of Transport Geography, 2010, 18(6): 702-710.
- [41] VILLANUEVA K, GILES-CORTI B, BULSARA M, et al. Where do children travel to and what local opportunities are available? The relationship between neighborhood destinations and children's independent mobility[J]. Environment and Behavior, 2013, 45(6): 679-705.
- [42] CHAUDHURY M, HINCKSON E, BADLAND H, et al. Children's independence and affordances experienced in the context of public open spaces: a study of diverse inner-city and suburban neighbourhoods in Auckland, New Zealand[J]. Children's Geographies, 2019, 17(1): 49-63.
- [43] 吴承照. 游憩效用与城市居民户外游憩分布行为[J]. 同济大学学报 (自然科学版), 1999 (6): 718-722. WU Chengzhao. Recreation utility and distribution behavior of outdoor recreation of citizens[J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 1999(6): 718-722.
- [44] 刘堃, 魏子瑶. 成长视角下社区街道对儿童街道活动的支持研究[J]. 城市发展研究, 2019, 26 (8): 16-24. LIU Kun, WEI Zijun. The study of neighborhood streets on supporting children street activities from the perspective of children growth[J]. Urban Development Studies, 2019, 26(8): 16-24.
- [45] MITRA R, BULIUNG R N. Exploring differences in school travel mode choice behaviour between children and youth[J]. Transport Policy, 2015, 42: 4-11.