

以步行活动促进为导向的大学街道环境研究

摘要：校园微观街道环境品质的提升对构建步行友好型的出行环境、促进学生步行活动与身心健康、提升学习成绩与在校归属感至关重要。本文旨在探究校园街道环境要素对步行活动的影响。研究基于城市设计品质理论选取了建筑设计、街道空间与街道界面三部分共 23 类环境要素，构建了大学校园街道环境对步行活动影响的测度体系，并以天津市 8 所校园为例对该体系进行检验。通过实地观测与审计的方式对 892 条校园街道的环境要素进行测度，运用负二项回归分析探究了环境要素对步行人流量的影响，明确了街道环境对步行活动的作用机制，研究发现共有 11 类要素对入流量产生了显著影响，主要集中于街道空间部分，其中建筑首层玻璃界面占比的影响系数最高，步行道长度对入流量的影响最弱。基于所得结果，本文从理论与实践两个层面提出了本研究在完善大学校园可步行性研究体系与主动式干预校园规划上的应用价值与设计策略。

关键词：大学校园，街道环境，步行活动，可步行性

Abstract: The improvement of the quality of campus micro street environment is very important to build a walking friendly travel environment, promote students' walking activities and physical and mental health, and improve their academic performance and sense of campus belonging. This paper aims to explore the impact of campus street environmental factors on walking activities. Based on the theory of urban design quality, this paper selects 23 kinds of environmental elements including architectural design part, street space part and street interface part, and constructs the measurement system of the impact of university campus street environment on walking activities. Moreover, this paper uses 8 campuses in Tianjin as the research object to verify this system. We use field audit to measure the environmental factors of the 892 campus streets and the negative binomial regression analysis is applied to explore the impact of environmental factors on pedestrian flow, and clarify the action mechanism of street environment on pedestrian activities. The study found that a total of 11 types of factors had a significant impact on pedestrian flow, mainly concentrated in the street space part. Furthermore, the influence coefficient of the proportion of first floor with windows was the highest, and the sidewalk length had the weakest impact on pedestrian flow. Based on the results, this paper puts forward the application value and design strategy of this study in improving the university campus walkability research system

and active intervention campus planning from two aspects of theory and practice.

Key words: University campus, Street environment, Walking activity, Walkability

1. 前言

步行作为绿色的出行方式，其在经济、环境、交通、健康等方面具有显著的促进作用，同时又作为一种健康的生活方式，具有重要的社会效益^[1-2]。大学校园作为城市中重要的组成部分，提升校园环境的可步行性对于优化校园步行环境与交通系统，促进体力活动与身心健康，提高学生生活便利性与归属感，实现可持续与绿色健康校园的建设宗旨具有重要价值。可步行性作为一种空间属性可指代多种含义，它描述了空间对人们步行出行的引导能力，衡量了目的地和出发地两者间的空间临近性和步行便捷性与舒适性^[3]。可步行性的测度主要基于Ewing 和 Cervero 等人所提出的“D”要素，即密度（density）、多样性（diversity）、设计（design）、公交临近度（distance to transit）、人口属性（demographic）等（图 1）^[4]。例如 Frank, Dovey 等学者认为密度、可达性与土地利用混合度等要素是可步行性的重要构成成分（图 2）^[6-7]，然而街道环境作为微观层面的“设计”要素由于其测度的耗时费力，难以进行大规模的评价，使其在可步行性研究中重视不足。

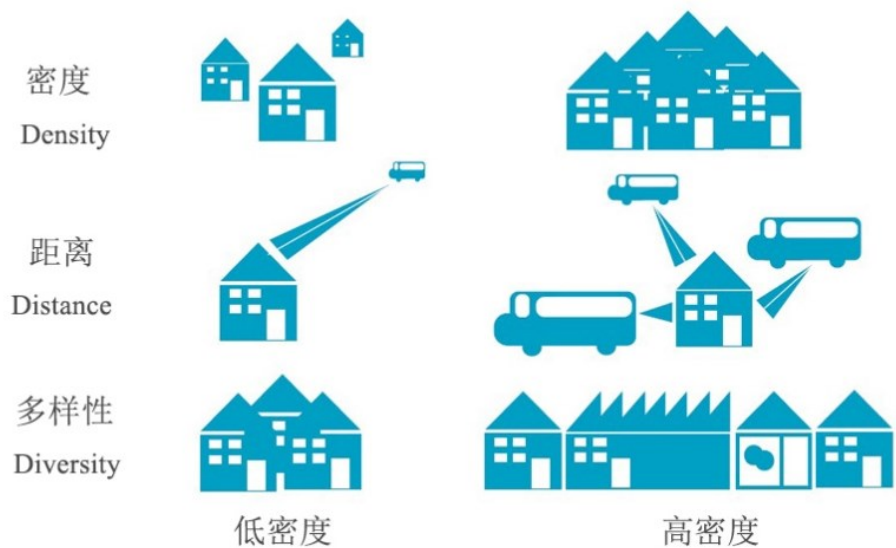


图 1 “D” 要素概念图解

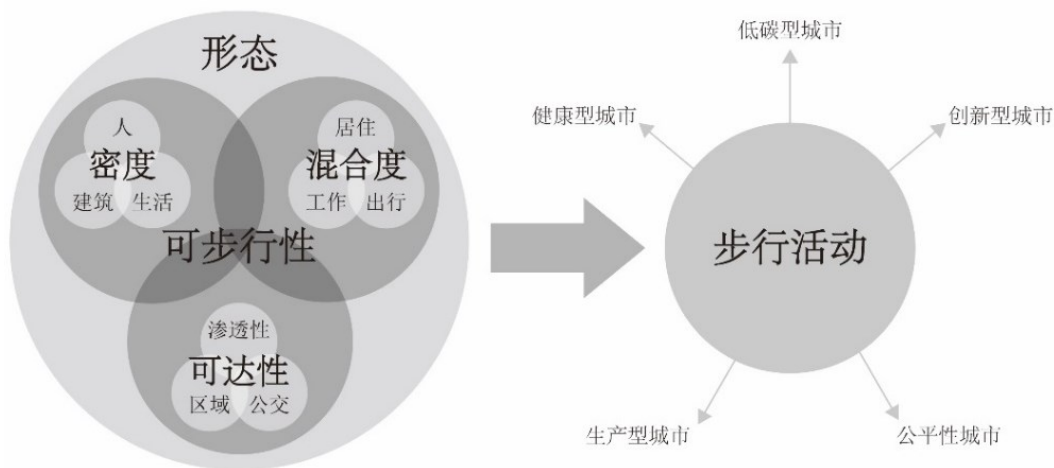


图2 可步行性概念图解

Ewing 团队提出的城市设计品质（Urban Design Quality）UDQ 理论体系较为全面系统的提出了影响街道活力与可步行性的环境要素类别以及由其组成的空间设计品质，该体系已经得到了来自不同国家及地区学者的实证应用，对其合理性进行了细致检验^[2]。因此本研究的主要目标为结合校园特殊的空间环境对 UDQ 理论体系进行优化与完善，最终选取了共 23 类街道环境要素，构建了大学校园街道环境对步行活动影响的测度体系，从建筑设计、街道空间、街道界面三部分对大学校园街道环境特征进行综合测度，探究其对步行活动的影响机制，并系统提炼显著影响步行活动的要素类别，以期为营造舒适宜人的校园步行环境提供设计参考。

2. 文献综述

2.1 街道环境与可步行性研究

微观街道环境的可步行性研究主要集中于对街道的步行道宽度、质量、行道树、街道家具等设施配置状况，围合度、舒适度、安全性等空间设计品质与美学特征等方面进行测度，并探究其对步行活动、出行意愿、BMI 与肥胖等健康指标的影响^[4]。街道环境要素的测度主要通过实地观测与审计的方式来实现，目前有多种审计工具得到了基于不同地域环境的应用与检验，例如，IMI（Irvine - Minnesota Inventory），UDQ，PEDS（the Pedestrian Environmental Data Scan）等^[8]。在诸多审计工具中，UDQ 由于其测度体系的合理性与操作简单，已经得到了基于纽约、盐湖城、达拉斯等美国城市的广泛应用，并验证了该体系在测度街道环境品质与可步行性上的适宜性^[9-11]。该体系结合了街道安全感、舒适性及趣味性的个人主观感受以及影响设计品质的街道环境物质要素，从主观与客观层面综合研究了设计品质对步行行为的影响，经过专家组的打分评定与一致性检验最终确立了可意向性、围合度、

人性化尺度、透明性、混合度五类设计品质与 19 类街道环境要素^[2]。国内学者也对该理论在我国城市街道环境中的应用进行了探讨,例如,龙瀛团队与叶宇团队对我国北京与上海的不同地区的街道环境进行了测度研究^[12-13]。整体来说,该测度体系的研究主要以英美两国为主,以环境设计品质评价及其对步行活动的影响研究为主体思路,而对 UDQ 体系中的街道环境要素的测度研究相对较少,同时亚洲的城市与地区以及大学校园为也尚未得到系统的研究。

2.2 大学校园可步行性研究

大学校园的可步行性研究主要体现在对校园环境的可步行性评价方面,主要分为两个方向。第一种是以问卷调查或实地访谈的方式对在校师生与工作人员对校园的环境特征与步行体验进行主观评价,主要围绕公共设施的配置状况(步行道状况、设施分布等因素)、校园环境的安全性、舒适性等品质特征进行测评^[14]。Zhang 通过网络问卷的方式从步行道状况、连接度、设施属性与步行环境四方面对佐治亚大学的校园可步行性进行了主观测评^[14]。第二种为运用优化的评价城市建成环境要素的审计工具以街道路段为对象,通过对评价要素赋予相应的权重或运用李克特量表的方法对所测路段或环境进行打分,基于所得分值对校园的空间环境进行评价^[15]。Li 等人综合运用四种审计工具(SPACES, WABSA 等)对北德克萨斯大学校园街道的步行能力和自行车出行能力进行了综合评价^[15]。整体上大学校园可步行性测度体系日趋成熟,来自不同国家与地区的学者已对不同的校园环境进行了评价,为校园可步行性评价体系的完善奠定了重要的基础^[14-16]。然而诸多审计工具忽视了对街道建筑与街道界面环境要素的测度,同时对校园街道环境要素影响步行活动的作用机制研究也重视不足。UDQ 作为系统的测度街道设计品质与环境要素的工具可以为补充该领域的实证研究提供新的方法支撑,因此运用 UDQ 理论体系来对校园街道环境要素进行测度并探究其对街道人流量的影响是本文的主要任务。

3. 研究方法与分析

3.1 研究方法

首先,本研究以 UDQ 理论体系为基础,通过系统比选 UDQ 中所忽视的其他 5 种街道环境要素(步行道长度、步行道质量、机动车道数量、街道行道树状况、街道摄像头的数量)对其进行补充,构建了大学校园微观街道环境对步行活动的测度体系。其次,通过实地观测与审计的方式对自变量 23 类街道环境要素进行测度,运用步行统计法对因变量校园街道的步行人流量进行统计。再次,运用 SPSS 中的方差膨胀系数(Variance Inflation Factor) VIF

值检测来诊断模型自变量间的共线性问题。最终，对不存在共线性的自变量要素进行回归模型的拟合，探究校园街道环境要素对步行活动的影响结果并提出提升校园可步行性的规划设计策略。

3.2 研究对象

研究以天津市的综合类院校为例，院校的选取保证了在地理区位、规划结构、校园建成环境特征等方面的多样性，从而使得所选校园能够较为全面的代表我国当下典型的京津冀地区的高等院校。最终选取了天津大学卫津路校区、南开大学八里台校区、天津大学北洋园校区、南开大学津南校区、河北工业大学北辰校区、天津工业大学、天津师范大学、天津理工大学八所高等院校为研究对象（图 3）。所选校园的具体概况见表 1。为了增加所选街道位置的合理性，所选的街道覆盖了校园内不同功能的用地与校园组团，最终从八所校园中选取了 892 条街道对环境要素进行测度，各院校所选街道的数量及位置见表 1 和图 4。

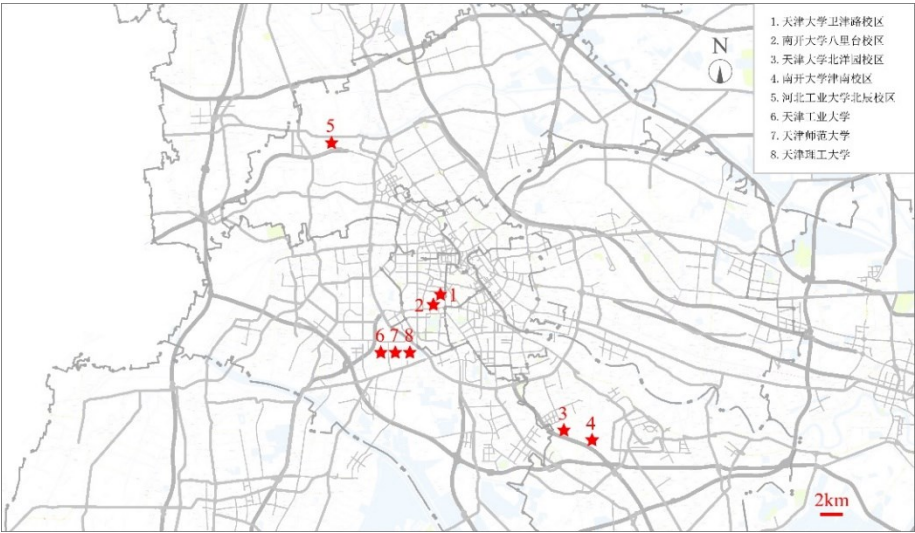


图 3 研究所选校园位置分布

表 1 八所校园基本概况

校园名称	校区规模/万 m ²	校园类别	规划结构	建设周期	校区选址	周边生活性街道的数量	街道样本数量
天津大学卫津路校区	1.82	综合	组团+轴线	多时期	市中心区	2	151
南开大学八里台校区	1.23	综合	组团	多时期	市中心区	3	121
天津大学北洋园校区	2.44	综合	轴线+组团	短期	郊区	0	152
南开大学津南校区	2.46	综合	十字轴线	短期	郊区	0	93
河北工业大学北辰校区	2.04	理工	单轴线	短期	郊区	1	62
天津工业大学	1.95	理工	组团	短期	中间地区	1	118

天津师范大学	2.33	师范	十字轴线	短期	中间地区	1	90
天津理工大学	1.59	理工	十字轴线	短期	中间地区	1	105

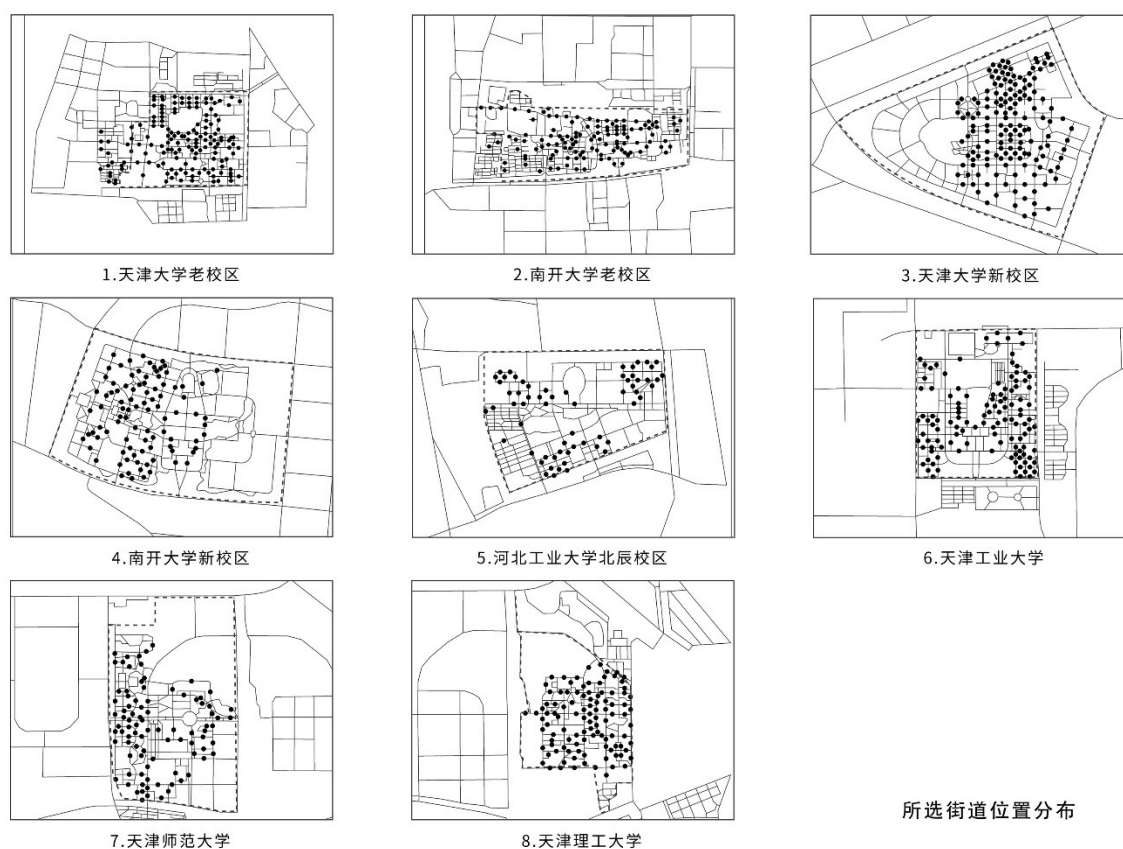


图 4 八所校园所选街道位置分布图

3.3 数据来源

街道环境要素的数据主要包括要素的数量统计、比值估测、质量评价以及级别评估等方面（具体步骤请详见表 2，图 5）。例如广场绿地、建筑物等要素的数值统计，街道墙体占比、建筑首层玻璃界面占比等比值估测，噪音程度等相关要素的级别评估^[2]。由于所测要素种类繁多，平均一条街道的审计时间为 25-30 分钟，审计周期为 2019 年 4 月至 2019 年 10 月，如遇恶劣（下雨或大风）天气，则不进行调研。

研究运用 Ewing 团队的方法来统计人流量，该方法已经得到了广泛的应用。具体为，步行穿过所测街道，记录行进过程中遇到的静坐、站立、步行、跑步以及骑行的人数，同时剔除街道中坐在室外就餐座椅中的人群^[2]。并于不同日期与时间进行四次统计，最后取四次数值的平均值作为所测街道的步行人流量。统计工作从 2019 年 4 月至 2019 年 10 月的周一至周五进行。由于校园的步行高峰时间一般在中午学生下课，纷纷前往食堂与宿舍的时段，因此为了避免中午就餐钟摆式的步行活动对所测数据的影响，统计于上午 9 点至 12 点和下午

2 点至 5 点进行。如遇恶劣（下雨或大风）天气，则不进行人数统计。

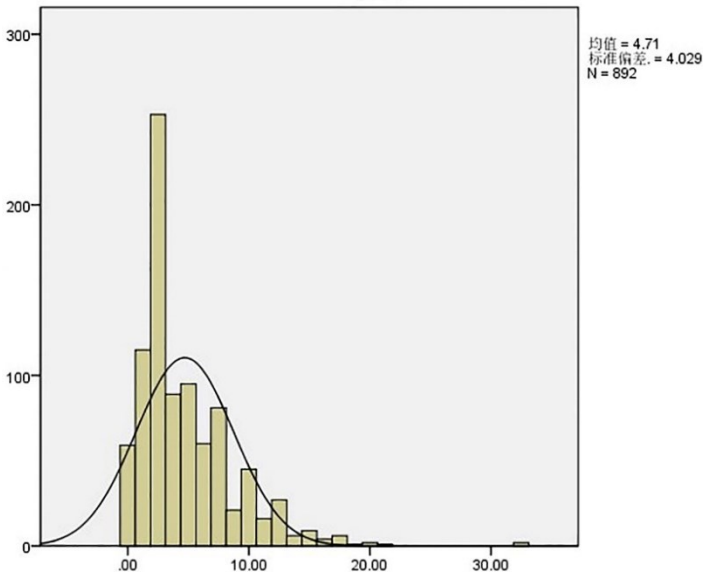


图 5 人行道质量评价与行道树状况评价图例

表 2 23 类街道环境要素的测度方法与测度工具

街道环境组成要素	测度方法	测度工具
建筑设计部分		
具有标识的建筑的数量	记录街道两侧有标识物的建筑的数量	实地观测与审计
非矩形的建筑数量	记录街道两侧非矩形建筑的数量	
建筑的数量	统计街道两侧建筑的数量	
建筑高度	计算沿街行进侧的所有建筑的平均高度	
建筑基础颜色的数量	统计沿街两侧的建筑基础颜色的数量	

建筑装饰颜色的数量	统计沿街两侧的建筑装饰颜色的数量	
街道空间环境部分		
步行道长度	所测的街道中步行道的长度	GIS，Google 地图等
步行道质量	0 代表没有步行道，1 代表步行道较差，2 代表步行道适中，3 代表步行道较好	实地观测与审计
机动车道数量	所测的街道中机动车道的数量	
噪音程度	噪音的评定级别：1 代表非常安静；2 代表安静；3 代表正常；4 代表喧闹；5 代表非常吵闹；	手机噪音测度仪
街道家具的数量	统计所有公共开放区域内的街道家居的数量	实地观测与审计
街道摄像头的数量	所测的街道两侧摄像头的数量	
街道行道树状况	1 代表较多的行道树、0 代表没有或较少的行道树	
公共艺术品的数量	统计沿街两侧公共艺术品的数量	
广场绿地的数量	记录街道两侧庭院、广场或公园的数量	
水体景观的数量	记录街道两侧可见的自然或人造景观数量	
街道界面部分要素		
街道墙体占比（街道行进侧）	评估街道墙体占街区总长度的比率（以十进制记录估计值）	GIS，Google 地图等
街道墙体占比（街道对侧）	同上	
视域中长视线的数量	记录行进的前方、左侧和右侧视域内所能看到的长视线的数量，数值范围从 0-3	实地观测与审计
视域中天空的面积占比（街道行进侧）	评估镜框内天空的面积在视域中的面积占比	GIS，Google 地图等
视域中天空的面积占比（街道对侧）	同上	
建筑首层玻璃界面的占比	评估建筑首层立面中玻璃界面所占的比率（以十进制记录估计值）	
处于积极使用状态的建筑占比	评估沿街建筑中处于积极使用中的建筑占总街区的比率（以十进制记录估计值）	



3.4 数据分析

图 6 步行人流量的数据分布直方图

因为本研究的因变量是步行人流量，为连续的整数，没有负数，所以所适用的回归模型为泊松回归（Poisson regression）与负二项回归（Negative binomial regression）。因为泊松回归适用于变量均值与标准差相等的数据模型，而由图 6，7 可知，人流量的整体数值较小，只有少数街道数值较大，在数值分布上呈过度离散的趋势，因此负二项回归更适合本研究的数据分析。因为自变量包含了数量较多的 23 类因素，因此需要对模型中自变量间的共线性进行检测，从而保证回归结果的准确性。研究运用 SPSS 对模型中的共线性进行检测，经检测之后构建了大学校园街道环境要素影响人流量的负二项回归模型。并运用 R 语言中 glm 数据包中的 glm.nb 函数进行数据分析。

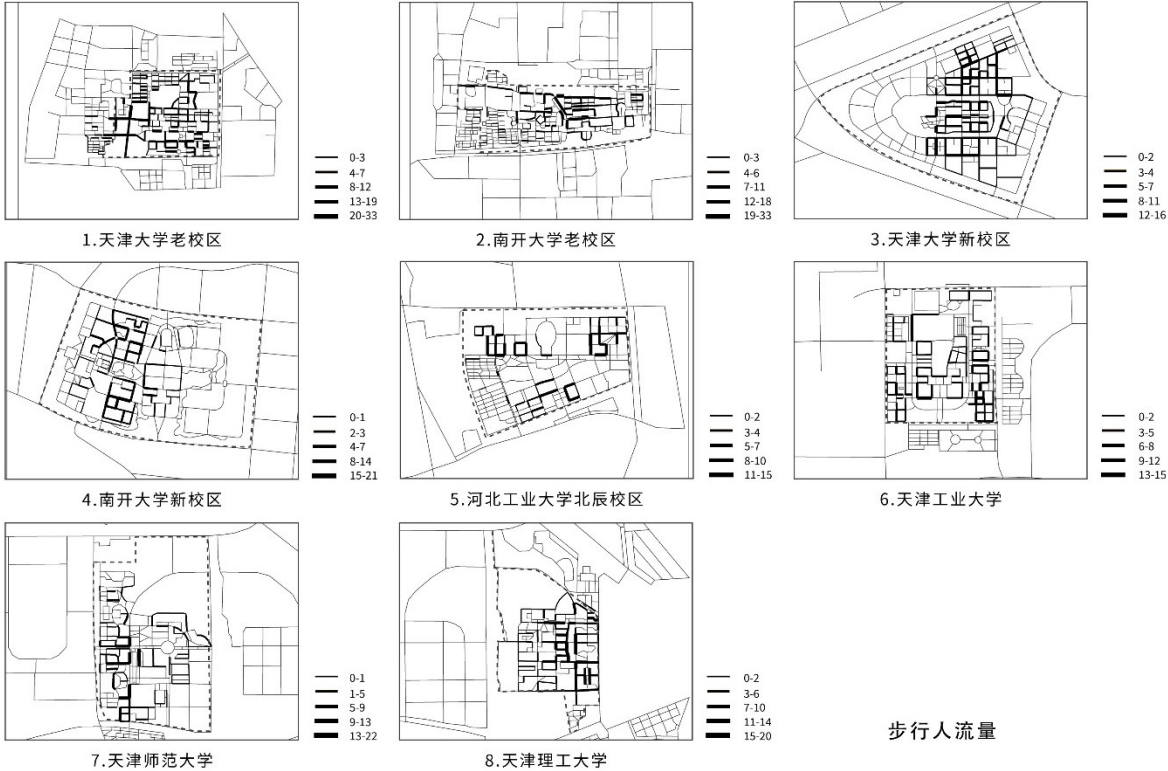


图 7 八所校园步行人流量的空间分布图

4. 研究结果

23 类街道环境要素的测度结果见表 3。从表 3 中的共线性检测结果可知，23 类要素的 VIF 值均小于 10，说明彼此之间不存在共线性问题。进一步从表 4 的回归结果中可以看出，三组环境要素中共有 11 类要素与人流量产生了显著的关联，显著性要素主要集中于街道空间环境部分，共有 7 类要素对人流量产生了显著的影响。其中只有步行道长度与人流量呈较弱的负相关，影响系数为-0.002，其他六类要素与人流量均呈显著的正相关，要素类别与影响系数由大到小分别为：噪音程度，0.360；广场绿地的数量，0.266；公共艺术品的数量，0.124；水体景观的数量，0.122；步行道质量，0.114；街道家具的数量，0.035。在建筑设

计部分中，有两类要素与入流量显著的关联，且均为正相关，要素类别与影响系数分别为建筑的数量，0.068 和建筑基础颜色的数量，0.120。在街道界面部分中，同样有两类要素对入流量产生了积极的影响，其中建筑首层玻璃界面的占比显著性较高，影响系数为 0.521，该数值也是 23 类要素中影响系数的最大值。处于积极使用状态的建筑占比显著性较弱，影响系数为 0.291。

表 3 校园街道环境要素数值汇总与共线性检测结果

环境要素类别	环境要素数值汇总				共线性检测	
	最大值	最小值	平均值	标准差	容差	VIF
建筑设计部分						
具有标识的建筑数量	10.00	0.00	1.11	1.35	0.360	2.781
非矩形的建筑数量	3.00	0.00	0.91	0.82	0.692	1.446
建筑高度	60.00	0.00	16.11	2.01	0.841	1.189
建筑的数量	15.00	0.00	2.01	1.32	0.333	3.001
建筑基础颜色的数量	8.00	0.00	1.46	0.89	0.730	1.369
建筑装饰颜色的数量	10.00	0.00	2.35	1.33	0.445	2.248
街道空间部分						
步行道长度	283.9	35.06	97.65	35.08	0.663	1.508
步行道质量	3.00	0.00	2.13	1.05	0.731	1.368
机动车道数量	6.00	0.00	1.46	0.87	0.738	1.355
噪音程度	5.00	1.00	2.87	0.85	0.772	1.295
街道家具的数量	31.00	0.00	6.83	3.83	0.441	2.269
街道摄像头的数量	7.00	0.00	0.86	1.23	0.577	1.732
街道行道树状况	1.00	0.00	0.77	0.33	0.892	1.120
公共艺术品的数量	3.00	0.00	0.27	0.59	0.801	1.248
水体景观的数量	3.00	0.00	0.76	0.78	0.611	1.636
广场绿地的数量	2.00	0.00	0.12	0.33	0.851	1.175
街道界面部分						
街道墙体占比（行进侧）	1.00	0.00	0.65	0.28	0.486	2.056
街道墙体占比（对侧）	1.00	0.00	0.32	0.39	0.385	2.596
视域中天空面积占比（行进侧）	0.50	0.10	0.24	0.10	0.377	2.652
视域中天空面积占比（对侧）	0.50	0.00	0.23	0.16	0.272	3.673
视域中长视线的数量	2.00	0.00	0.59	0.63	0.526	1.901
建筑首层玻璃界面的占比	0.90	0.00	0.34	0.19	0.586	1.705

处于积极使用状态的建筑占比	1.00	0.00	0.75	1.23	0.678	1.475
---------------	------	------	-------------	------	-------	--------------

表 4 校园街道环境要素影响步行人流量的回归结果

	回归系数	标准误	P 值
常量	-0.895	0.186	<0.001
建筑设计部分			
具有标识的建筑数量	0.003	0.024	0.123
非矩形的建筑数量	0.020	0.029	0.088
建筑高度	-0.004	0.003	0.096
建筑的数量	0.068**	0.024	0.005
建筑基础颜色的数量	0.120***	0.025	<0.001
建筑装饰颜色的数量	0.034	0.020	0.111
街道空间部分			
步行道长度	-0.002*	0.001	0.021
步行道质量	0.114***	0.025	<0.001
机动车道数量	-0.002	0.027	0.066
噪音程度	0.360***	0.03	<0.001
街道家具的数量	0.035***	0.006	<0.001
街道监控器的数量	0.018	0.022	0.052
街道行道树状况	0.100	0.053	0.058
公共艺术品的数量	0.124***	0.035	<0.001
水体景观的数量	0.122***	0.032	<0.001
广场绿地的数量	0.266***	0.066	<0.001
街道界面部分			
街道墙体占比（行进侧）	0.024	0.105	0.225
街道墙体占比（对侧）	0.015	0.086	0.153
视域中天空面积占比（行进侧）	0.256	0.350	0.076
视域中天空面积占比（对侧）	-0.449	0.248	0.087
视域中长视线的数量	-0.046	0.044	0.066
建筑首层玻璃界面的占比	0.521***	0.144	<0.001
处于积极使用状态的建筑占比	0.291*	0.114	0.018
N	892		
似然比（df）	-4007.33（868）		
AIC	4057		

注：***在.001 水平（双侧）上显著相关；**在.01 水平（双侧）上显著相关；*在.05 水平

（双侧）上显著相关。

5. 结论

本研究以 UDQ 理论体系为基础，选取了建筑设计、街道空间与街道界面三部分共 23 类街道环境要素，构建了大学校园微观街道环境对步行活动影响的测度体系。通过实地观测与审计对街道环境要素进行测度，运用负二项回归分析对该测度体系进行了检验，探究了街道环境要素对人流量的影响结果，明确了街道环境对步行活动的作用机制，并发现 23 类要素中有 11 类要素对人流量起到了显著的影响，整体上验证了该测度体系在校园环境中应用的可行性。其中的显著性要素主要集中在街道空间部分，首层玻璃界面占比对人流量的影响最强，而步行道长度对人流量的影响最弱。基于此结论，本文从完善校园步行环境研究体系与指导校园规划设计两方面提出本研究的应用价值：

1. 在理论层面，校园规划的理论研究者可以运用本文所提出的测度体系对其他地区校园的街道环境进行测度并探究其对步行人流量的影响，从而为该体系的可行性进行深入的检验。此外，该体系可以为校园街道环境促进步行活动的理论研究提供一个基础平台，通过进一步增加路网连接度、土地利用、设施可达性等建成环境要素，综合探究校园建成环境对步行活动的作用机制，为构建完善的健康校园研究体系与主动式干预校园规划设计实践提供理论基础。

2. 在实践层面，从微观街道环境品质营造视角提出提升校园可步行性的校园规划建议与设计策略：

- （1）对于建筑设计部分。增加街道两侧建筑的数量，并用小尺度的微型广场来填补建筑周边的剩余空间，从而提升街道的空间活力；丰富建筑的立面语汇，通过增加建筑墙身基础颜色的数量，来提升街道的趣味性与吸引力，使得建筑立面丰富多变的同时又保证整体风格的协调统一。

- （2）对于街道空间部分。提供适宜的步行道宽度并保持街道的整洁度，运用混凝土等界面平整的街道材质。同时，减少街道垃圾、凸起物等路障对步行舒适度的影响，从而提升步行道质量与步行体验；运用具有标志性、符号性的步行道铺装与街道路标来满足行人对寻路行为、体育锻炼的需求；增加街道座椅、路灯、标志物、摄像头等街道家具的数量，从而促进街道上多种行为活动的发生；在街道两侧增设公共艺术品来提升街道的美学品质。

- （3）对于街道界面部分。复合历史建筑的使用功能与空间的利用率，避免造成空间使用上的浪费；通过增加建筑首层玻璃界面占比来加强室内外的空间与视觉联系，从而促进街

道活力的提升。

本研究的局限性体现在：本文以天津市的高等院校为例对所构建的测度体系进行了验证，所得结果是否适用于其他地区的校园，还需进一步的检验。此外，对本研究所忽视的其他环境要素对步行活动的影响，在后续的研究中还需进一步的深入探究，从而为提出更为详尽的校园环境优化策略提供数据支持。

注释：

图1改绘参考文献^[6]，图2改绘参考文献^[7]，其余图表均由作者自绘

参考文献

1. Saelens B E, Handy S L. Built environment correlates of walking: a review[J]. *Medicine and science in sports and exercise*, 2008, 40(7 Suppl): S550.
2. Ewing, R., and O. Clemente. (2013) *Measuring urban design: Metrics for livable places*. Washington, DC: Island Press.
3. 卢银桃, 王德. 美国步行性测度研究进展及其启示[J]. *国际城市规划*, 2012, 27(01):10-15.
4. Ewing, R., Cervero, R. (2010) Travel and the built environment: A meta-analysis. *Journal of the American Planning Association* 76(3), 265 - 294.
5. Stevenson M, Thompson J, de Sá T H, et al. Land use, transport, and population health: estimating the health benefits of compact cities[J]. *The Lancet*, 2016, 388(10062): 2925-2935
6. Frank, L.D.; Schmid, T.L.; Sallis, J.F.; Chapman, J.; Saelens, B.E. Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: Findings from SMARTRAQ. *Am. J. Prev. Med.* 2005, 28, 117 - 125.
7. Dovey K, Pafka E. What is walkability? The urban DMA[J]. *Urban studies*, 2020, 57(1): 93-108.
8. Aghaabbasi M, Moeinaddini M, Shah M Z, et al. Evaluating the capability of walkability audit tools for assessing sidewalks[J]. *Sustainable cities and society*, 2018, 37: 475-484.
9. Park, K., Ewing, R., Sabouri, S., and Larsen, J. (2019). Street life and the built environment in an auto-oriented US region. *Cities*, 88, 243-251.
10. Maxwell, J. A. (2016) *Designing for 'life between buildings': modeling the relationship between streetscape qualities and pedestrian activity in Glasgow, Scotland*, PhD Thesis, University of Strathclyde.
11. Hamidi S, Moazzeni S. Examining the relationship between urban design qualities and walking behavior: Empirical evidence from Dallas, TX[J]. *Sustainability*, 2019, 11(10): 2720.
12. 唐婧娴, 龙瀛. 特大城市中心区街道空间品质的测度——以北京二三环和上海内环为例[J]. *规划师*, 2017, 33(02):68-73.
13. 叶宇, 张昭希, 张啸虎等. 人本尺度的街道空间品质测度——结合街景数据和新分析技术的大规模、高精度评价框架[J]. *国际城市规划*, 2019, 34(01):18-27.
14. Zhang X. Perceived importance and objective measures of built environment walkability of a university campus[D]. University of Georgia, 2016.
15. Li, X., Maghelal, P., Tso, Y. E., et al. (2016) Evaluating walkability and bikeability in a campus setting. *Politics, Bureaucracy and Justice* 5(2), 11 - 29.
16. Zhang Z, Fisher T, Feng G. Assessing the Rationality and Walkability of Campus Layouts[J]. *Sustainability*, 2020, 12(23): 10116.