

街区空间形态对居民步行通行的影响分析

□ 陈 泳, 王全燕, 奚文沁, 毛 婕

【摘要】 步行不仅在短距离出行中占据重要地位, 还在大城市绿色交通体系构建过程中起着核心作用。文章以上海中心城区 21 个生活街区为研究对象, 提取与居民步行通行活动相关的街区空间形态变量, 通过 SPSS 相关性分析、基础模型模拟和预测模型建立三种方法探索街区建设环境变量对各类步行通行活动的影响, 并结合散点图分析进行适宜值估算, 在此基础上从街区空间形态角度提出步行友好街区的优化建议。

【关键词】 宜步行性; 步行通行; 生活街区; 城市形态

【文章编号】 1006-0022(2017)02-0074-07 **【中图分类号】** TU984.199 **【文献标识码】** B

【引文格式】 陈泳, 王全燕, 奚文沁, 等. 街区空间形态对居民步行通行的影响分析 [J]. 规划师, 2017(2): 74-80.

Influence Of Spatial Form On Pedestrians/Chen Yong, Wang Quanyan, Xi Wenqin, Mao Jie

【Abstract】 Walking in transportation is mainly short distance, but is the core in the construction of green transportation system. The paper chooses 21 residential blocks in downtown, Shanghai, selects spatial form factors of blocks correlated to pedestrian activities, studies the influence of the factors on walking by SPSS analysis, basic model simulation, and prediction modelling. With distribution map, the paper calculates the suitability of blocks and puts forwards improvement suggestions.

【Key words】 Walkability, Pedestrian, Residential block, Urban form

1 研究背景

近年来, 城市设计领域主张通过城市形态的优化来提升宜居性, 城市规划领域推广低碳社区与绿色出行理念, 交通领域提出慢行交通模式, 公共健康领域则鼓励人们进行更多的身体活动和体育锻炼。这些研究领域的交汇点在于提倡更多的步行出行, 建设适宜步行的城市环境。可见, 宜步行性 (Walkability) 已成为不同专业领域共同关注的课题。越来越多的西方学者从更为整体的城市形态角度探索街区宜步行性的评价体系与优化方法, 并借鉴交通规划中的数学模型方法与医疗卫生的统计分析方法对城市形态是否影响和

如何影响步行活动开展基础性研究。大量研究表明, 集约化利用土地、加密路网和增加商业设施等都可以促进步行活动^[1-3]。然而, 由于城市人口密度、经济发展水平、文化习俗和建设环境等方面的差异, 这些研究结论是否适用于我国城市尚待观察。另外, 步行活动按照出行目的可以分为交通步行 (交通规划领域的关注点) 和休闲步行 (公共健康学派的关注点), 二者对于具体的城市空间形态可能存在不同的需求。因此, 本文以上海中心城区为例, 探寻街区空间形态特征对居民步行通行活动的影响, 并通过数理模型的推导来揭示其内在关联性, 为步行友好街区的建设提供参考与借鉴。

【基金项目】 国家自然科学基金项目 (51278339、51678414)、上海市规划和国土资源管理局科研项目 (Glz2011033)

【作者简介】 陈 泳, 同济大学建筑与城市规划学院教授、博士生导师, 并任职于高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室。

王全燕, 硕士, 工程师, 现任职于同济大学建筑设计研究院。

奚文沁, 高级工程师, 上海市城市规划设计研究院规划二所所长。

毛 婕, 同济大学建筑与城市规划学院博士研究生。

2 调研设计

2.1 调查内容

本文所指的生活街区是以居住功能为主,兼具相关配套设施的城市片区,是步行活动发生频率最高、时间最长的城市区域之一,也是城市交通源的主要起点和终点。居民步行通行是指发生在上述城市公共区域内的户外步行通行活动,既包括居民日常必需且有目的地的步行通勤出行(如上下班、上下学),同时也包括非日常必要但有目的地的购物出行。街区建设环境变量涉及街区属性、空间肌理、土地利用、公交服务、步行设施和界面形态 6 大类的 32 个单项指标。考虑到居民的社会属性也是影响其选择交通出行方式的重要因素,因此本文将居民的社会属性作为协变量一并研究。

2.2 研究样本

上海历经近代的繁盛、解放后的调整以及近期的快速扩展,形成了空间类型丰富的生活街区。本文选择城市不同区位的 21 个生活街区作为案例,这些街区的面积为 0.5 ~ 1.0 km²,是以 8 分钟步行路程为半径的街区步行单元,内部或附近有轨道交通站,外部以城市

干道或水系等为边界。根据建设年代和空间形态特征,21 个生活街区大致分为历史街区、老新村、旧住区、商品小区和国际住区五种类型(图 1)。

2.3 数据采集

由小区管理人员对居民开展调查问卷发放与回收工作,经过对每张问卷完整性和真实性的评定,最终筛选出 1 575 份问卷作为步行通行研究的样本;提取居民每周步行(包括步行换乘公交车与地铁)上下班(学)、购物出行的次数,分别作为居民的通勤类步行通行频率(932 份)和购物类步行通行频率(1 575 份),二者合并叠加作为居民日常的总体步行通行频率(1 575 份)。按照步行通行频率的大小,将步行人群大致划分为较少出行、一般出行、较多出行和频繁出行四类。

采用观察点计数法,在天气晴好的工作日选择 5:00 ~ 7:00、7:00 ~ 9:00、9:00 ~ 11:00、11:30 ~ 13:30、17:00 ~ 19:00 和 19:00 ~ 21:00 六个时段对案例街区的街道进行步行人流通行量的定点计数,得到街区步行通行总人数。采用活动密度指标对数据进行统一计量,即街区步行通行密度 = 街区步行通行总人数 / 街区总

用地面积,这样可以有效避免街区面积差异对步行通行数量产生的影响,使数据可以进行同等比较分析。

3 数据分析与结果

3.1 相关性分析

运用 SPSS 统计软件,将被访居民的三类步行通行(总体步行通行、通勤类步行通行和购物类步行通行)数据分别与居民社会属性、街区建设环境变量进行 Pearson 相关性分析,辨别影响居民步行通行的自变量。

(1) 居民社会属性。

通过步行通行频率与居民社会属性的相关性分析可以发现(表 1):①居民的私家车拥有量是影响步行通行频率的重要社会属性因素,不论是上班还是购物出行,有车族的步行通行频率都最低;②工作状态的差异导致了居民日常步行通行活动类型的不同,上班族偏向通勤类步行,而年龄偏大的退休人群则偏向购物类步行;③教育程度和家庭月收入较高的人群,由于对出行目的地与交通方式的选择相对自由,步行通行量相应减少;④女性比男性的日常驾车机会少且购物出行多,因此女性的步行出行也较频繁。



图 1 21 个街区样本分布图

表 1 步行通行频率与居民社会属性的相关性

步行通行类型	性别 (X _{g1})	年龄 (X _{g2})	职业 (X _{g3})	教育 (X _{g4})	家庭人口 (X _{g5})	月收入 (X _{g6})	私家车 (X _{g7})
总体步行通行	0.046*	-0.056**	-0.496**	-0.216**	-0.166**	-0.330**	-0.619**
通勤类步行通行	0.117**	0.136**	—	-0.278**	-0.113**	-0.322**	-0.570**
购物类步行通行	0.109**	0.394**	0.315**	-0.412**	-0.060**	-0.273**	-0.493**

注: *表示 p<0.1, **表示 p<0.05。

表 2 步行通行频率与街区属性、空间肌理的相关性

步行通行类型	街区属性		空间肌理			
	用地面积 (X _{a1})	人口密度 (X _{a2})	地块平均边长 (X _{b1})	交叉口密度 (X _{b2})	路段节点比 (X _{b3})	道路进入点数量 (X _{b4})
总体步行通行	0.080**	0.458**	0.108**	—	0.104**	0.110**
通勤类步行通行	0.147**	0.367**	0.118**	—	0.082**	0.112**
购物类步行通行	—	0.338**	0.084**	—	0.049*	0.083**

注: *表示 p<0.1, **表示 p<0.05。

表 3 步行通行频率与土地利用的相关性

步行通行类型	集中商业密度 (X _{c1})	沿街店面密度 (X _{c2})	≥ 15 家 /100 m 沿街店面比例 (X _{c3})	≤ 5 家 /100 m 沿街店面比例 (X _{c4})	教育设施密度 (X _{c5})	医疗设施密度 (X _{c6})	文化设施密度 (X _{c7})	办公建筑密度 (X _{c8})	社区服务密度 (X _{c9})	公共绿地密度 (X _{c10})	功能复合度 (熵) (X _{c11})
总体步行通行	0.087**	0.305**	0.307**	-0.258**	0.249**	—	—	0.078**	0.172**	-0.204**	-0.166**
通勤类步行通行	0.106**	0.230**	0.255**	-0.288**	0.247**	—	—	0.063*	0.118**	-0.132**	-0.154**
购物类步行通行	0.099**	0.254**	0.249**	-0.218**	0.184**	0.058**	0.065**	0.069**	0.153**	-0.126**	-0.077**

注: *表示 p<0.1, **表示 p<0.05。

表 4 步行通行频率与公交服务及步行设施的相关性

步行通行类型	公交服务			步行设施				
	公交站 点密度 (X _{d1})	公交线 路密度 (X _{d2})	地铁站 点密度 (X _{d3})	可步行 面积密 度 (X _{e1})	可步行 长度密 度 (X _{e2})	人行道 平均宽 度 (X _{e3})	人行道 ≥10 m 人 行道比 例 (X _{e4})	人行道 < 3 m 人 行道比 例 (X _{e5})
总体步行 通行	0.091**	0.188**	0.116**	—	0.047*	—	—	-0.059**
通勤类步 行通行	0.078**	0.168**	0.126**	—	—	—	—	0.112**
购物类步 行通行	0.111**	0.188**	0.162**	0.064**	0.051**	0.060**	0.044*	—

注: *表示 p<0.1, **表示 p<0.05。

表 5 步行通行频率与街道界面形态的相关性

步行通行类型	小区出 入口界 面密度 (X _{f1})	小区出 入口密 度 (X _{f2})	公园出 入口密 度 (X _{f3})	建筑(商 业)界 面比例 (X _{f4})	通透(绿 化)界 面比例 (X _{f5})	实体围 墙界面 密度 (X _{f6})
总体步行 通行	0.297**	0.156**	—	0.357**	-0.354**	0.133**
通勤类步 行通行	0.172**	0.084**	0.112**	0.279**	-0.251**	—
购物类步 行通行	0.251**	0.153**	0.103**	0.297**	-0.284**	0.088**

注: *表示 p<0.1, **表示 p<0.05。

(2) 街区建设环境变量。

通过步行通行频率与各类空间便利的相关性分析可以发现, 街区人口密度、沿街商业密度、教育设施密度、小区出入口密度、通透围墙或绿化界面和公交服务设施等变量可能是影响居民步行通行的重要街区建设环境变量(表 2~表 5)。

3.2 基础模型模拟

上述相关性分析只能辨析单个自变量与因变量的关系, 本文继续采用多项逻辑(Logistic)回归方程来分析在多个社会属性因素共同影响下的单个街区建设环境变量对于总体步行通行频率、通勤类步行通行频率和购物类步行通行频率的影响机理。

首先, 以较少出行作为参照, 建立一个针对其他样本(即一般出行、较多出行和频繁出行)的基础模型, 进行多项逻辑回归分析。其次, 将表 2~表 5 中呈现相关性的空间形态变量分别纳入基础模型中, 通过模型拟合度为 R 方增加值的大小来辨析各个空间变量的影响

程度。

计算结果表明: 影响居民总体步行通行频率的关键因素是人口密度、沿街商业、公交线路密度、小区出入口界面密度和通透(绿化)围墙, 其频繁出行人群主要住在具有高密度人口和丰富沿街商业特征的住区(这里的教育与公交设施相对较完善), 他们关注于到达各功能目的地的便捷度及公交服务; 影响居民通勤类步行通行频率的关键因素是人口密度、沿街商业、小区出入口界面密度、人行道平均宽度和地块平均边长, 其频繁出行人群主要也住在具有高密度人口和丰富沿街商业特征的住区(这里有着较大的小区用地、较多的小区出入口和沿街店面, 街区功能混合, 邻近就业机会丰富), 他们关注于步行道的便捷性、连续性、舒适性及街道商业活力等; 影响居民购物类步行通行频率的关键因素是沿街商业密度、街道界面属性、小区出入口密度、人口密度和社区服务, 其频繁出行人群主要住在小区出入口和沿街商业店面密集、轨道交通出行方便和社区服务设施丰富的住区, 他们关注

于街区购物场所的便捷度、舒适度以及与其他功能的混合程度。

3.3 预测模型建立

进一步采用多元线性(Linear)逐步回归的方法分析多个街区建设环境变量对各类步行通行频率的共同影响, 得到最后的预测模型。

(1) 总体步行通行预测模型方程式为(R方为 0.595):

$$Y_{\text{总体步行通行}} = 7.775 + 0.205Z(X_{g1}) + 0.310Z(X_{g2}) - 1.407Z(X_{g3}) - 0.131Z(X_{g4}) - 1.355Z(X_{g7}) + 0.058Z(X_{a2}) + 0.052Z(X_{d2}) + 0.060Z(X_{f1}) + 0.068Z(X_{f4}) - 0.069Z(X_{f5})$$

公式(1)

(2) 通勤类步行通行预测模型方程式为(R方为 0.353):

$$Y_{\text{通勤类步行通行}} = 4.173 + 0.090Z(X_{g1}) + 0.827Z(X_{g7}) + 0.028Z(X_{a2}) + 0.130Z(X_{b1}) - 0.020Z(X_{c4}) + 0.022Z(X_{d2}) - 0.070Z(X_{c4}) + 0.166Z(X_{c5}) + 0.028Z(X_{f1}) - 0.030Z(X_{f5})$$

公式(2)

(3) 购物类步行通行预测模型方程式为(R方为 0.437):

$$Y_{\text{购物类步行通行}} = -4.105 + 0.135Z(X_{g1}) + 0.329Z(X_{g2}) + 0.449Z(X_{g3}) - 0.095Z(X_{g4}) - 0.723Z(X_{g7}) + 0.045Z(X_{a2}) + 0.040Z(X_{d2}) + 0.057Z(X_{c4}) + 0.046Z(X_{f1}) + 0.052Z(X_{f4}) - 0.053Z(X_{f5}) \quad \text{公式 (3)}$$

3.4 适宜值估算

基于以上三种方法的量化分析和相互印证,影响居民步行通行频率的关键性街区建设环境变量已基本清晰(表6)。以下通过对不同出行频率人群所在街区的建设环境变量平均值分布及其与活动实测步行通行密度的散点图进行分析,探讨具有关键性影响的街区建设环境变量的适宜值范围。经计算,地块平均边长、 ≤ 5 家/100m沿街店面比例、 ≥ 10 m人行道比例和 ≤ 3 m人行道比例四个空间形态指标与街区活动实测步行通行密度的相关性不强,故删去,下文不再列出。

(1) 人口密度。

人口密度与三类步行通行频率平均值均显著的正相关,从各类步行通行看,其频繁/较多出行人群所在街区的人口密度平均值为4.6~5.7万人/平方千米(图2)。人口密度与街区活动实测步行通行密度也呈正相关(线性回归 R^2 为0.584),当街区人口密度超过4.8万人/平方千米时,其通行活动密度保持了较高的水平(图3)。

(2) 沿街店面密度。

沿街店面密度与三类步行通行频率平均值基本呈正相关,从总体步行通行看,其频繁/较多出行人群所在街区的沿街店面密度平均值为4.5~5.0 km/km^2 (图4)。沿街店面密度与街区活动实测步行通行密度也呈显著正相关(线性回归 R^2 为0.707),即店面密度越高,实测步行通行活动量也越高(图5)。

(3) ≥ 15 家/100m沿街店面比例。

≥ 15 家/100m沿街店面比例与三类步行通行频率平均值基本呈正相关,从总体步行通行和购物类步行通行看,其频繁/较多出行人群所在街区的 ≥ 15 家/100m沿街店面比例平均值为45%

表6 三种分析方法推算出的空间变量影响因子

类别	名称	总体步行通行	通勤类步行通行	购物类步行通行
街区属性	人口密度 (X_{c2})	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3
空间肌理	地块平均边长 (X_{b1})	—	1, 2, 3	—
土地利用	沿街店面密度 (X_{c2})	1, 2, 3	1, 3	1, 2, 3
	≥ 15 家/100m沿街店面比例 (X_{c3})	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2
公交服务	≤ 5 家/100m沿街店面比例 (X_{c4})	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2
	公交线路密度 (X_{d2})	1, 2, 3	1, 3	1, 2, 3
步行设施	≥ 10 m人行道比例 (X_{e4})	—	1, 2, 3	1, 3
	≤ 3 m人行道比例 (X_{e5})	1	1, 2, 3	—
界面形态	小区出入口界面密度 (X_{f1})	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3
	建筑(商业)界面比例 (X_{f4})	1, 2, 3	1, 3	1, 2, 3
	通透(绿化)界面比例 (X_{f5})	1, 2, 3	1, 3	1, 2, 3

注:“1”表示相关性分析,“2”表示基础模型模拟,“3”表示预测模型建立。

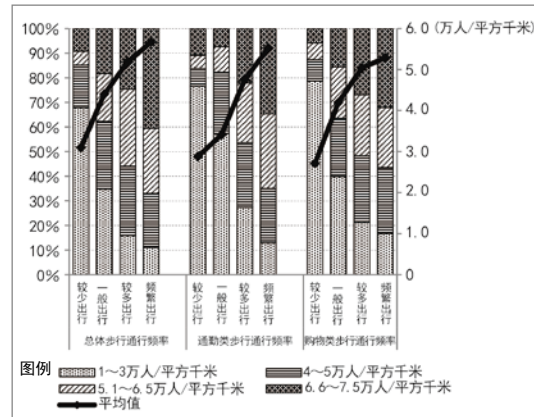


图2 不同出行频率人群的人口密度平均值分布图

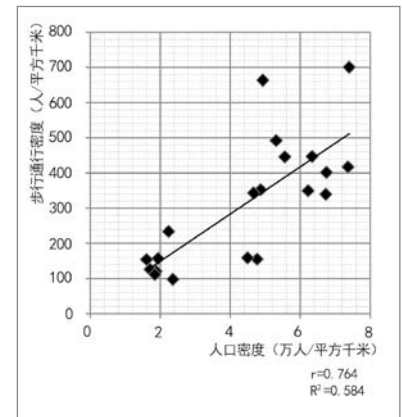


图3 街区人口密度与步行通行密度散点图

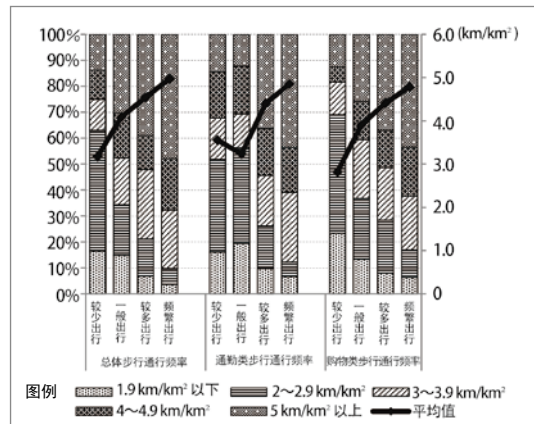


图4 不同出行频率人群的沿街店面密度平均值分布图

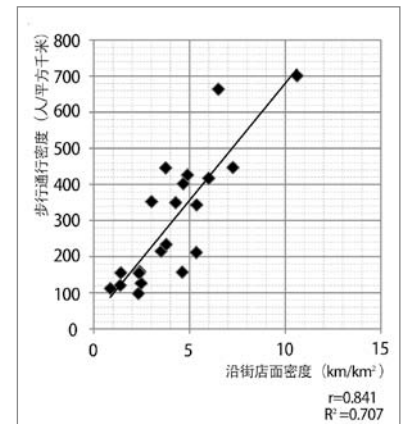


图5 街区沿街店面密度与步行通行密度散点图

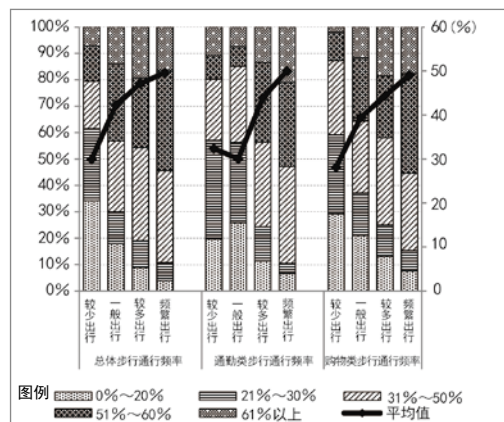


图6 不同出行频率人群的 ≥ 15 家 / 100 m 沿街店面比例平均值分布图

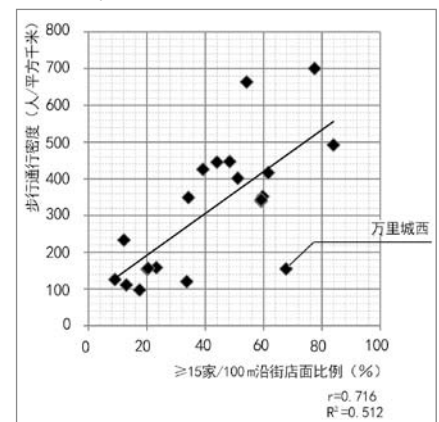


图7 街区 ≥ 15 家 / 100 m 沿街店面比例与步行通行密度散点图

~ 50% (图 6)。≥ 15 家 /100 m 沿街店面比例与街区活动实测步行通行密度也呈正相关 (线性回归 R^2 为 0.512), 当 ≥ 15 家 /100 m 沿街店面比例在 45% 以下时, 街区活动实测步行通行密度增长趋势较为明显 (图 7)。其中, 异常点为万里城西, 据现场调研发现, 尽管万里城西的 ≥ 15 家 /100 m 沿街店面比例较高 (67.7%), 但其总体商业店面比例

只有 13.3%, 可能受此影响, 街区的步行通行密度较低。

(4) 公交线路密度。

公交线路密度与三类步行通行频率平均值基本呈正相关, 从总体步行通行和通勤类步行通行看, 其频繁 / 较多出行人群所在街区的公交线路密度平均值为 30 ~ 35 条 / 平方千米 (图 8)。公交线路密度与街区活动实测步行通行密度也呈

正相关 (线性回归 R^2 为 0.528), 当公交线路密度大于 30 条 / 平方千米时, 其通行活动密度保持了较高的水平 (图 9)。

(5) 小区出入口界面密度。

小区出入口界面密度与三类步行通行频率平均值均呈正相关, 从三类步行通行看, 其频繁 / 较多出行人群所在街区的小区出入口界面密度平均值为 6 ~ 7 个 / 千米 (图 10)。小区出入口界面密度与街区活动实测步行通行密度也呈正相关 (线性回归 R^2 为 0.610), 活动密度随着小区出入口界面密度的提升而加大, 当小区出入口界面密度大于 5 个 / 千米时, 其通行活动密度保持了较高的水平 (图 11)。

(6) 建筑 (商业) 界面比例。

建筑 (商业) 界面比例与三类步行通行频率平均值均呈显著正相关, 从三类步行通行看, 其频繁 / 较多出行人群所在街区的建筑 (商业) 界面比例平均值为 38% ~ 42% (图 12)。建筑 (商业) 界面比例与街区活动实测步行通行密度也呈显著正相关 (线性回归 R^2 为 0.721), 活动密度随着建筑 (商业) 界面比例的增加而增加, 当比例大于 40% 时, 其通行活动密度保持了较高的水平 (图 13)。

(7) 通透 (绿化) 界面比例。

通透 (绿化) 界面比例与三类步行通行频率平均值均呈显著负相关, 从三类步行通行看, 其频繁出行人群所在街区的通透 (绿化) 界面比例平均值为 47% ~ 52% (图 14)。通透 (绿化) 界面比例与街区活动实测步行通行密度也呈显著负相关 (线性回归 R^2 为 0.876), 活动密度随着通透 (绿化) 界面比例的增加而降低, 当比例小于 50% 时, 其通行活动密度处于较低的水平 (图 15)。

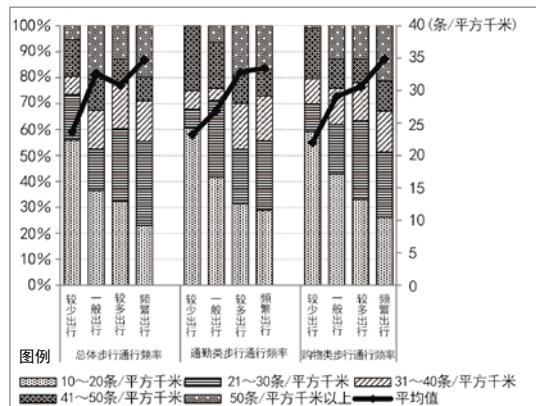


图 8 不同出行频率人群的公交线路密度平均值分布图

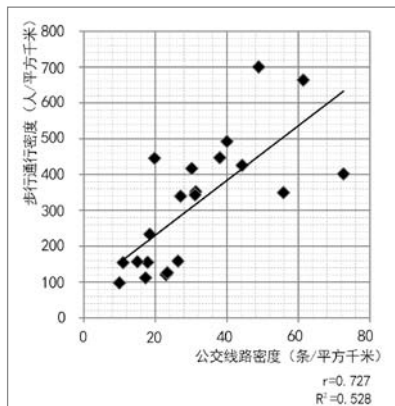


图 9 街区公交线路密度与步行通行密度散点图

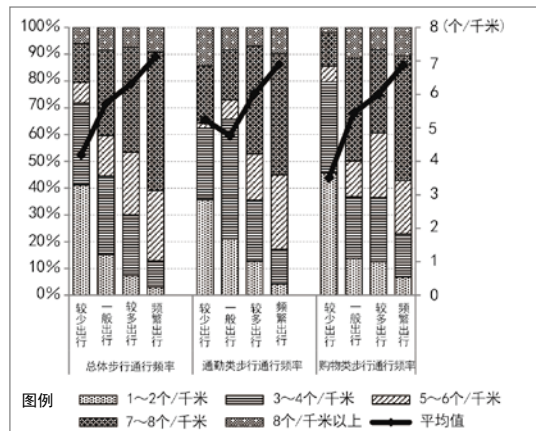


图 10 不同出行频率人群的小区出入口界面密度平均值分布图

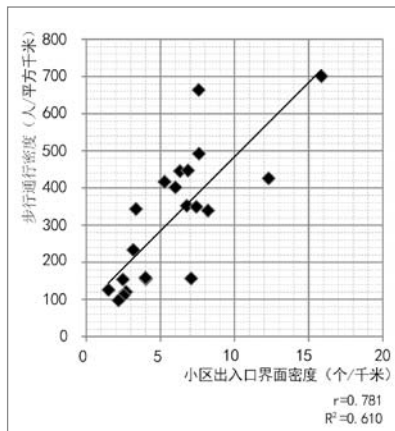


图 11 街区小区出入口界面密度与步行通行密度散点图

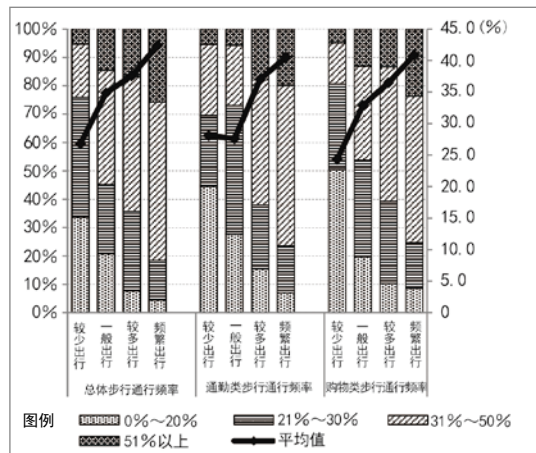


图 12 不同出行频率人群的建筑 (商业) 界面比例平均值分布图

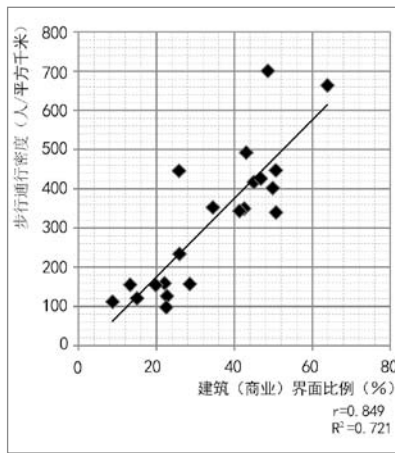


图 13 街区建筑 (商业) 界面比例与步行通行密度散点图

4 结论与建议

步行不同于机动车交通, 其既是一种受个人体力影响的短距离出行方式, 又是一种与周边环境产生互动的社会行为, 人们在步行过程中具有购物、休闲、

健身和体验城市生活等多种需要。本文通过对上海生活街区的调研,考察居民步行通行与街区空间形态的内在关联性,发现多个街区建设环境变量对居民步行通行具有关键性影响。因此,步行友好街区的建设宜充分考虑居民步行活动的环 境需求,从降低步行出行距离和提升步行环境品质两方面入手,创造适宜居民步行通行的街区空间形态与设施条件,促进城市步行化、人性化与生态化建设。

4.1 降低步行出行距离

居民在街区中步行时往往关注步行时间或步行距离内可达场所的种类和数量,如果步行出行范围内的目的地越多,那么就越吸引居民步行出行。据此,一方面需要通过街区合理的功能布局与设施配置,使居民的日常出行活动尽量在街区内部得到满足,另一方面需要构建渗透性的空间结构,为居民在街区中的步行出行提供便捷环境。

(1) 适宜的居住密度。

人口密度是影响各类步行通行活动的重要街区属性因子。高密度居住意味着大量的固定人口、集约化利用的土地和紧凑的街区空间,很多出行需求可以在较短的步行距离内得到满足,并有利于发展良好的公共交通与完善生活服务设施。国外相关研究表明,城市街区的居住人口密度是建设步行友好街区的先决条件。例如, Agrawal 和 Schimek 通过对美国 2.6 万户居民日常步行出行的调查发现,相比低密度街区,在具有较高人口密度 (0.97 万人 / 平方千米) 的街区中,居民的步行出行量更高^[4]; Moudon 等人通过对华盛顿国王镇的案例研究发现,当街区人口密度大于 21.7 户 / 英亩 (1.6 万人 / 平方千米) 时,居民的步行出行时间最多^[5]。然而,鉴于国外住区建设模式与我国的明显差异,其推荐指标并不适用于我国。按照我国居住区规划设计规范,多层、高层住区的人均居住区用地控制指标是 17 ~ 26 平方米 / 人,由此推算出居住区的人口

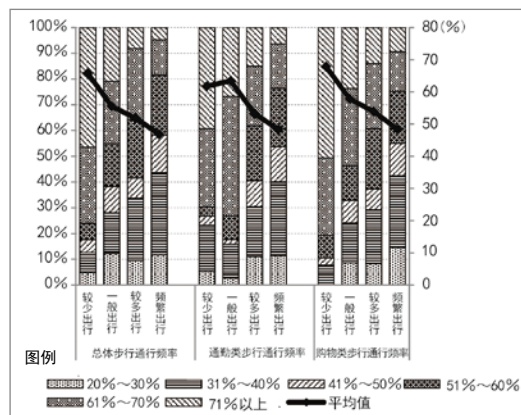


图 14 不同出行频率人群的通透（绿化）界面比例平均值分布图

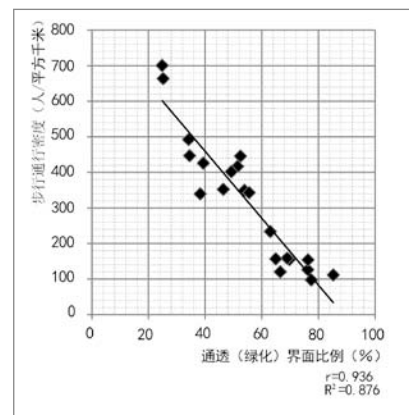


图 15 街区通透（绿化）界面比例与步行通行密度散点图

密度大约为 3.85 ~ 5.89 万人 / 平方千米。结合本次调研成果,建议步行友好街区的人口密度控制在 4.8 万人 / 平方千米以上较为适宜。

(2) 开放的生活街区。

小地块的街区划分既可以增加道路网密度和步行路径的选择性,也可以缩短与公交站点和其他公共服务设施的步行距离,从而提高整个街区的步行便捷可达性。此外,小街坊可以在街区内形成较多的道路交叉口,这对降低汽车车速与分散车流量具有重要意义。因此,小街区、密路网已成为近期城市建设的热门话题。然而,本次调研发现有些工人新村的地块平均边长也很长,其步行活动亦十分丰富。例如,田林新村在早期规划时地块划分比较大 (长约 400 ~ 500 m),但在后期的使用中,小区内部道路被自发改造成外部居民也可以步行穿行的“支路”,并在围墙上增设了许多“转门式”的步行出入口。可见,相比街区的地块划分尺度,小区的出入口密度同样重要。依据本次调研结果,建议步行友好街区的小区出入口密度控制在 5 个 / 千米以上较为适宜,即小区围墙每隔 200 m 至少设置 1 个步行出入口,其中在沿街商业店面及公交线路密集的街道上更应增加步行出入口,以方便居民的日常出行。

(3) 混合的土地利用。

土地利用结构对居民交通方式的选择具有重要影响。功能混合的土地利

用不仅可以提高公共服务设施的步行可达性,使居民在步行范围内满足日常的多种生活需求,还可以提供更多的就近工作和学习的机会,减少机动交通出行,另外还有利于增加街区建筑形态与空间布局的多元性,提供富有生机、变化的步行环境。但是,如何去量化规定街区的用地混合类型与配比指标则比较困难,毕竟各街区的需求并不会完全一致,而且随着时间演变也会不断发生调整。本次调研发现,土地混合利用的空间布局是否合理亦十分重要,建议在街区中心部位设置地铁站并配置社区服务设施,提供包括购物餐饮、教育医疗、文化体育、邮电金融、行政管理及市政公用等在内的日常生活功能,形成步行易达的社区中心;沿街区的生活主街上布置便利店、服装首饰店、房产咨询店与餐饮服务店等小型商业店面,而在街区外围设置与机动车交通联系较为密切的功能设施,如社区级以上的商务办公、医疗教育等公共及商业服务设施,以免机动车交通对街区内部生活造成干扰。

(4) 丰富的沿街商业。

沿街商业的活力与街道的步行人流 量一直处于相互促进和影响的过程中,很难判断哪一方面的作用更大,但可以肯定的是,与居民日常出行路径相结合的沿街店面可以满足其顺路购物的需求,并且也可以为居民提供更多的就近工作机会。事实上,沿街的零售商业存在的理由来源于附近居民的实际需要,

相比大型商业，它们对于市场的依存度更高，其生存依赖于居民对其提供服务的认可程度，因此可以更好地满足居民多样性的生活需求。然而，我国居住区规划设计规范中只规定了配套公建的千人用地和建筑面积指标，对于沿街商业的指标控制却未涉及。依据本次调研结果，建议步行友好街区的沿街店面密度控制在 $4.5\text{ km}/\text{km}^2$ 以上，其中 ≥ 15 家/ 100 m （即 7 m 左右的面宽）沿街店面比例宜控制在 45% 以上。

(5) 便利的公交设施。

便捷的公交设施有助于人们更多地选择步行+公交的绿色出行方式，同时其引发的人流集聚效应又有利于周边社区商业及文化娱乐设施等功能的发展，从而缩短街区各步行目的地的间距，提高步行出行的便利性。本次调研发现，相比于公交和地铁站点密度，较高的公交线路密度对于步行通行的影响更大，这说明居民更关注公交出行远程目的地的多选择性，因此丰富而合理的公交线路组织有利于居民便捷地到达不同的目的地。另外，本次调研也发现，目前地铁站点大多分布在生活街区的外围干道附近，步行的可达程度较低，交通安全问题突出，说明地铁站点规划与住区生活的脱节问题值得各方关注。结合本次调研结果，建议步行友好街区内的公交线路密度控制在 30 条/平方千米以上，同时应保证公交站点均匀分布在街区内部，从而提高居民绿色出行的便捷性。

4.2 提升步行环境品质

扬·盖尔将步行距离划分为实际距离和感知距离，其中感知距离是由实际距离和步行环境的品质共同决定的，可能大于或小于实际距离。因此，街区步行环境的优化不仅要从步行交通的角度考虑问题，还应提升街区整体的步行环境品质。

(1) 舒适的步道宽度。

人行道是街区步行活动发生的重要场所。本次调研发现，人行道的宽窄程

度对于居民日常的通勤类和购物类步行出行产生不同的影响，说明人行道需要依据各条街道的交通状况与周边用地的功能定位而采用不同的宽度标准，并加强街道管理与维护，以保证在满足步行通行效率的同时，提升步行者的愉悦度与舒适感。结合本次调研结果，建议利用街道转角或建筑后退空间等设置较宽的硬质场地（宽度 $\geq 10\text{ m}$ ），增加夜间照明和休息座椅等设施，以便于居民进行各种街头健身、表演、舞蹈、下棋和聊天等群体活动。另外，还可以借鉴已有的“窄街”改造的成功经验，通过缩窄街区内机动车道宽度来拓宽人行道空间，增加人们休闲健身的活动场所，促进社区居民的交流。

(2) 积极的沿街界面。

街道两侧的建筑底层界面是地块建设与街区公共空间相互限定和渗透的交接领域，也是行人在慢速行进过程中近距离认知、观赏和体验城市氛围的主要载体。不同形态特征的沿街界面带给步行者的心理感受亦不同，积极的沿街商业界面随时可能吸引行人，从而引发其观望、驻足、小坐和交谈等逗留活动，这容易使行人忘记步行的距离，同时也会在一定程度上减少行走本身带来的疲劳感。而目前常用的通透（绿化）围墙尽管能提供良好的绿化环境，但是过多、过长的围墙容易使人感觉单调及缺乏趣味性，有的甚至使人产生不安全感。依据本次调研成果，建议步行友好街区中建筑（商业）界面比例控制在 40% 以上，而通透（绿化）界面比例控制在 50% 以下较为适宜。

5 结语

本文选取上海中心城区的 21 个生活街区，分析街区建设环境变量对各类步行通行活动的影响，在此基础上提出步行友好街区的优化建议。需要注意的是，上述的街区建设环境变量是相互影响的，正是这些因素的有效叠加与互

补，促成了步行友好的街区生活。另外，除本次研究的街区空间要素外，影响居民步行通行活动的建设环境因素还有很多，如街区宏观层面的交通区位、功能特征以及微观层面的步道铺装、林荫树、风雨步行廊和相邻的（非）机动车流量等，由于这些因素难以量化或数据不够精确，本文并未展开分析，但这并不否认这些因素的重要性，这都有待进一步的细化研究与修正。■

（感谢同济大学建筑城规学院孟昭财、黄柯杰、刘明昊、刘畅、柴志平等同学与各街道办事处工作人员在现场调研方面给予的帮助；特别感谢同济大学数学系研究小组钱伟民教授、姜荣博士、唐炎林博士和王伟敏同学对本研究的热情帮助与大力支持。）

[参考文献]

- [1]Cervero R, Kockelman K. Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design[J]. Transportation Research Part D, 1997(3): 199-219.
- [2]Lee C, Moudon A V. Correlates of Walking for Transportation or Recreation Purposes[J]. Journal of Physical Activity and Health, 2006(3): 77-98.
- [3]Alfonzo M, Boarnet M G, Day K, et al. The Relationship of Neighborhood Built Environment Features and Adult Parents' Walking[J]. Journal of Urban Design, 2008(13): 29-51.
- [4]Agrawal A W, Schimek P. Extent and Correlates of Walking in the USA[J]. Transportation Research D, 2007(8): 548-563.
- [5]Moudon A V, Lee C, Cheedle A D, et al. Operational Definitions of Walkable Neighborhood: Theoretical and Empirical Insights[J]. Journal of Physical Activity and Health, 2006(3): 99-117.

[收稿日期]2016-08-25;

[修回日期]2016-11-01