

社区日常服务设施可步行性评价系统开发与应用

王 德¹, 卢银桃², 朱 玮¹, 张 健³

(1. 同济大学 建筑与城市规划学院, 上海 200092; 2. 杭州市城市规划设计研究院, 浙江 杭州 310012;
3. 上海腾唐数码科技有限公司, 上海 200433)

摘要: 在步行城市目标指引下,着眼于社区日常服务设施,探讨其布局对步行出行可能性的影响,即可步行性。以日常服务设施的步行使用特征为基础,指出使用频率、使用多样性、使用的距离衰减规律是影响步行可能性的主要因素并进一步构建了可步行性的评价方法,同时借助计算机辅助系统开发了可步行性评价系统软件 WES1.0。以上海市新江湾城街道为例展示了该软件在社区可步行性规划中的应用过程,并给出了可步行性的日常服务设施布局方案。

关键词: 可步行性; 可步行性评价系统; 新江湾城

中图分类号: TU984

文献标志码: A

Development and Application of a Computer Assisted Walkability Evaluation System at the Perspective of Daily Community Service Facilities

WANG De¹, LU Yintao², ZHU Wei¹, ZHANG Jian³

(1. College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Hangzhou City Planning and Design Institute, Hangzhou 310012, China; 3. Shanghai Tengtang Digital Technology Co., Ltd, Shanghai 200433, China)

Abstract: Under the guidance of walkable city, this paper discussed the relationship between walking and location of daily community facilities based on the using characteristics of these facilities by walking including use frequency, use variety and distance decay function. Then this paper drew methodology of walkability evaluation, developed a computer assisted evaluation system, took New Jiangwan Town as a study area to carry out the evaluation system, and concluded a layout suggestion of facilities with high walkability score.

Key words: walkability; walkability evaluation system; New Jiangwan Town

步行城市是低碳时代城市规划的目标之一。步行出行范围有限,机动化时代不可能将所有活动都安排在步行距离之内,但步行化理念受到越来越多城市规划者的重视,依托公共交通的步行社区是步行城市实现的重点。

步行化社区的内涵十分丰富,不仅是一种出行方式的改变,还包含了一种生活方式的转变^[1]。L. Krier 曾经说过:“居民可以在步行距离之内进行日常生活、工作和休闲,这就是城市的本质”,因此,步行化社区建设应该统筹考虑作为步行出行目的地的各类设施在步行距离内的合理安排以提高步行到达这些设施的便捷性,同时步行空间的设计也应该舒适宜人^[2-4]。然而在目前的步行社区规划中,对环境和空间的设计尤为重视,不仅形成了较为成熟的多层面设计导引^[5-7],还产生了多种评价体系,主要考虑交通性、安全性、舒适性、永续性等指标,兼顾客观条件和主观感受,形成了较为丰富的研究成果^[8-9]。而对于步行目的地相关的研究^[10-11]则较少,对于步行化社区步行可能性规划的相关指导也较为缺乏。

因此,本文的目的为探讨步行可能性规划的方法,即可步行性的规划方法。以居民日常生活中作为步行目的地的服务设施为研究对象,以居民步行使用日常设施的特征为基础,把握日常服务设施空间布局对步行出行可能性的影响,从“自下而上”的视角构建基于设施布局的可步行性评价方法,并借助计算机技术,开发可步行性评价系统软件,辅助社区可步行性规划。

1 可步行性评价方法简介

1.1 可步行性概念解析

如果将步行的过程进行要素分解,可以发现其

包含了起讫点要素和路线要素(图 1),起讫点的布局和沿线的步行环境都会对步行出行产生影响。起讫点布局的影响因素包括土地利用及建在其上的各类设施决定了步行出行的可能性,只有当讫点成为出行目的地且位于步行范围以内时人们才有可能选择步行出行;沿线步行环境包括道路系统组织、人行道物理设施状态、交通流运行状态等,影响步行过程的便捷性、舒适性、安全性等。本文关注的是基于日常设施布局的步行可能性,即设施可步行性。

设施可步行性是一种空间属性,以设施的步行使用特征为基础,反映了设施的空间布局对步行可能性的影响,即能在多大程度上满足人们日常生活中的步行出行需求。不同设施的步行使用特征不同,其对步行出行需求的满足能力也有差异。一个地区的可步行性越好,表明该地区设施布局越能引导人们步行出行。

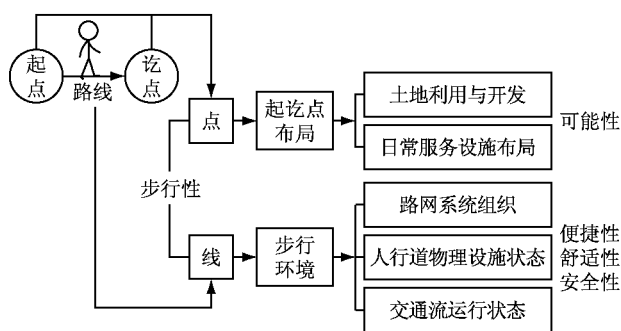


图 1 步行影响要素分析

Fig.1 Analysis of factors affecting the walking

1.2 构建思路

从设施的使用频率、使用多样性、使用的距离衰减规律 3 个方面分析设施的需求特征,并以此为基础进一步构建可步行性的评价方法。

1.3 构建因子

研究采用问卷调查的方法获得基础数据,调查时间为 2012 年 3 月中旬到月底,采用了实地调查、社区委托调查和网络调查相结合的方式,分别获得样本量 162,226,178 份,有效样本总数 466,有效率 82.33%。调查区域为上海市中环以内地区;调查人群覆盖青年、中年、老年等;调查内容主要包括设施使用类型、使用频率、使用多样性、容忍时间等。之所以选择中环以内地区,是因为该地区设施配套较齐全,保证各类设施对日常生活中的步行出行需求具有较强的满足能力,从而使调查得到的设施使用特征能基本反映人们日常生活中实际的各类需求。

(1) 使用频率。基于频率的需求特征反映了人们对各类设施的需求程度,不同的设施使用频率也

反映了对不同设施需求的差异性。以人们每周使用某类设施的次数为分析对象,对频次进行标准化,得到各类设施的使用频率需求特征。如菜场可以满足 19.02 的步行出行需求,水果店为 7.62(表 1)。

(2) 使用多样性。使用多样性是由设施多样性引起的。如不同便利店提供的商品差异性较小,便利店的多样性较差,人们在选择便利店时会就近选择一个,其使用多样性就差;而不同饭店提供的服务差异较大,包括食材、口味、环境、价格等都可能不同,其使用多样性就好。设施多样性越好,人们的选择就越多样化,满足该类需求所需的设施数量越多。为了得到设施多样性的量化信息,研究基于以下 3 个假设进行:一是人们以满足需求为目标对设施作出选择;二是在需求满足度相同的情况下偏向于选择较近的设施;三是经常使用的多个设施被选择的机会均等。基于以上假设,统计分析人们使用某类设施的频次及最常使用的该类设施的数量,得到各类设施多样性取值。以菜场为例,其多样性为 2,且由近到远的 2 个菜场分别分担 14.41 和 4.61 的步行出行需求(表 1)。

表 1 设施多样性需求分配

Tab.1 Allocation of diversity demands of facilities					
设施类型	分类需求 满足比例	多样性 取值	多样性需求分担比例		
			最近设施	次近设施	第三近设施
公交站	11.51	2	8.23	3.27	
地铁站	7.39	2	5.71	1.68	
菜场	19.02	2	14.41	4.61	
水果店	7.62	2	5.68	1.94	
便利店	4.88	2	3.66	1.21	
中小超市	4.50	2	3.61	0.88	
小吃店	8.39	3	5.51	2.14	0.74
饭店	3.06	3	1.79	0.85	0.42
幼托小学	4.05	1	4.05		
书报阅览室	3.23	2	2.74	0.49	
娱乐设施	1.52	2	1.30	0.23	
公园绿地	14.94	2	12.95	1.99	
运动健身场馆	1.67	1	1.67		
大卖场	2.54	2	1.92	0.62	
商场百货店	0.65	2	0.47	0.17	
沿街服装店	0.85	3	0.51	0.24	0.09
银行邮局	1.49	2	1.18	0.31	
理发洗浴	1.18	2	1.07	0.11	
医院诊所	1.32	2	1.09	0.24	
药店	0.21	1	0.21		

(3) 使用的距离衰减规律。距离衰减规律反映了人们步行到达设施的可能性随距离增加而减小,这里指量化规律,不同设施距离衰减规律不同。以设施距离为横轴,以步行可能性(也称为距离衰减系数)为纵轴得到设施的距离衰减曲线,并进一步拟合

得到曲线函数,一般为分段函数.见图 2,图中 d_1 为不发生衰减的距离,即当设施距离小于 d_1 时人们都会愿意步行达到;随着距离增加到 d ,人们步行到达该设施的可能性也下降为 y ;当距离继续增加到 d_2 时,人们几乎不会选择步行到达,步行可能性接近零.设施的距离衰减特征反映了设施在不同距离空间上对步行出行需求满足能力的差异.

(4) 设施需求特征的分人群差异.使用频率、使用多样性和使用的距离衰减规律具有设施间的差异性,同时还具有一定的分人群差异,不同性别、不同年龄的人群其对设施的需求特征也有显著不同(图 3).

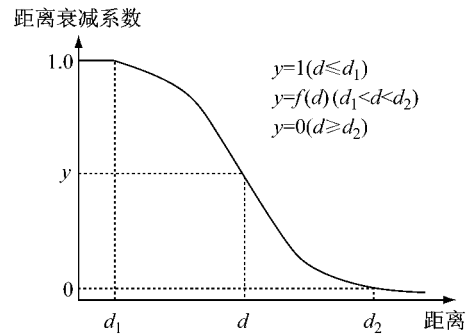


图 2 设施的距离衰减曲线

Fig.2 The distance decay curve of facilities

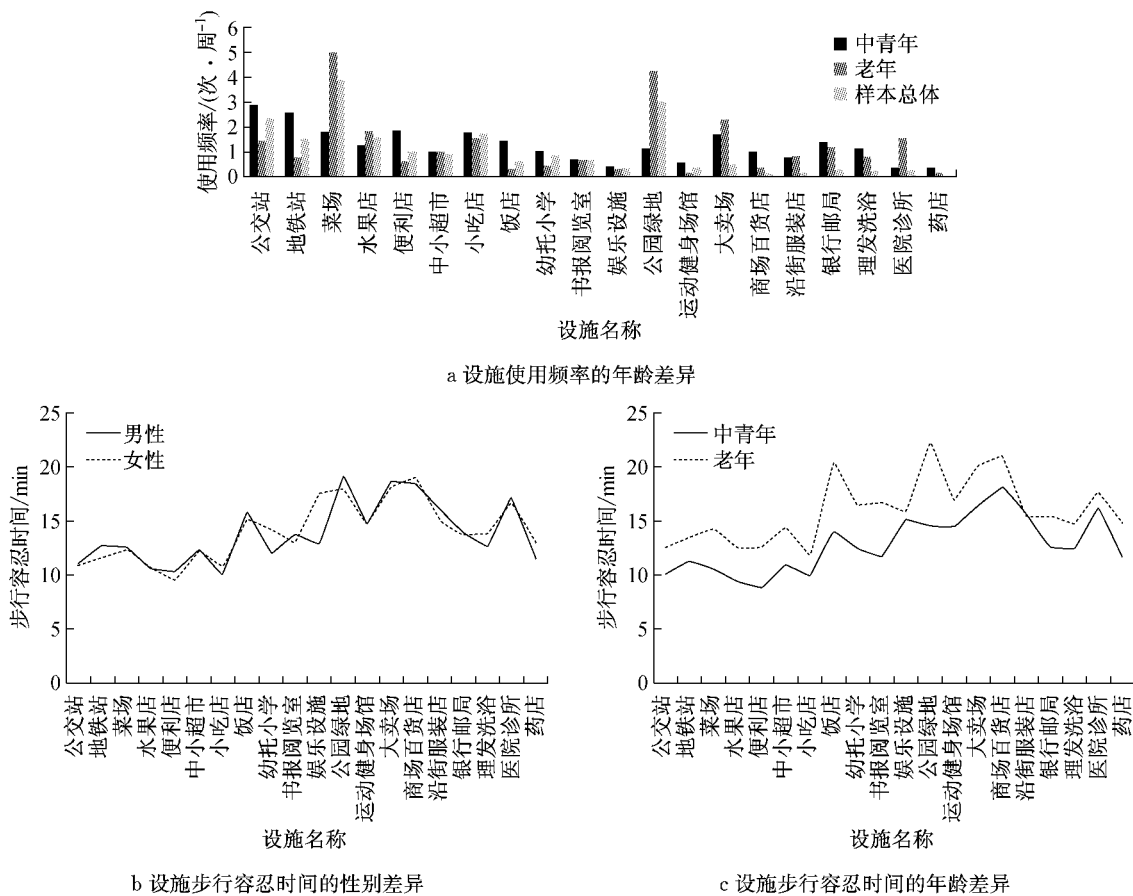


图 3 设施需求特征的分人群差异举例

Fig.3 Divided difference of use of daily service facilities

1.3 评价方法构建

基于设施的步行者使用特征构建可步行性评价方法,研究用可步行性分数的概念,表征评价区域针对不同人群的可步行性水平.以评价点为基准,搜寻周边满足相应多样性要求的各类设施,并根据距离对可步行性进行衰减,得到评价点的可步行性指数.

在具体计算之前,首先要确定评价针对的人群,男性、女性、中青年、老年还是所有人群的整体,以此选定对应不同人群的使用设施的频率特征、多样性

特征、距离衰减特征参数.确定了评价针对的人群后,开始计算,计算过程如下:

(1) 根据多样性要求确定评价点周边相应设施数量并得到设施基于频率特征和多样性特征的可步行性得分 q_n , n 为某类设施,即满足多样性的设施需求分担比例.

(2) 根据每个设施的距离(为了简化计算,未考虑具体路网,而是采用经过道路折减的直线距离)对应距离衰减规律得到相应的衰减系数 y_n ,衰减得到

各类设施的可步行性得 $q_n y_n$ 。

(3) 将分类设施可步行性得分累加,得到评价点的可步行性分数 W 。

$$W = \sum_{n=1}^n q_n y_n, \quad n \in [1, 20] \quad (1)$$

评价的结果可以直观反映评价点周边设施对步行出行需求的满足情况,可用于多个小区设施服务水平的比较分析,并为设施布局优化提供指导。

2 可步行性评价系统开发

可步行性评价系统软件是可步行性评价方法的计算机实现,采用 C# 2.0 编程语言编制而成。可步行性评价系统包含两大功能:①可步行性评价,评价日常生活服务设施布局对步行出行需求的满足情况,可以进行分人群评价;②可步行性诊断,分析各类设施可步行性提升潜力(实际得分与满分的差距)和可步行性提升潜力的空间分布,对“可步行性最优”目标指导下需要重点优化布局的设施类型和布局空间作出诊断,为设施布局优化提供依据。

2.1 数据准备

评价系统软件基于两大基础分析数据,一是参数配置表,二是设施的空间信息。

参数配置表是定量反映设施需求特征和距离衰减特征的数据表(表 2),包括基于频率特征和多样性特征的设施得分、反映距离衰减规律的距离衰减系数方程等,包含了各个子群(男性、女性、中青年、老年)、各人群整体的相应参数。参数配置表是基于调查分析得到的设施需求特征数据,由于调查区域选择时考虑了设施配套的完备程度,调查结果充分反映了实际需求,因此基于调查分析得到的数据具有普遍适用性,是评价软件中确定的参数。

设施的空间信息主要是设施点的经纬度坐标(表 3),其中,第 3 列类别序号是设施分类编号,对应 20 类设施的不同类别,第 6 列附加参数是备用参数,为可步行性评价系统软件功能扩展预留空间。设施的空间信息是根据待评价区域而变化的,对应待评价区域内各类设施点的空间位置是软件应用时需要操作人员准备的数据。需要说明的是,在准备设施空间信息数据时,除了考虑待评价范围内的设施点外,还应适当考虑评价范围以外一定距离内的设施点,因为人们实际使用过程中并不会受到评价范围的限制,方圆一定范围的设施都有被选择的可能,若只考虑评价范围内的设施点,就会影响边缘地带可步行性的评价结果。

表 2 可步行性评价软件参数配置

Tab.2 The parameter list of facilities for Walkability Evaluation System

类别名称	人群	设施得分			距离衰减系数方程(通用)
		最近设施	次近设施	第三近设施	
公交站	整体	8.23	3.27		$0 \$ \$ \$ \$ \text{double utility} = 0.0; \text{if}(d < 300) \{ \text{return } 1; \} \text{else if}(d > 2700) \{ \text{return } 0; \} \text{utility} += -379.298519440198 + 2721022.12776915 * d / (\text{Math.Pow}(d, 3.31500811580157)) + 620112770.97023) + 379.260649885299; \text{return utility}$
便利店	男性	6.67	2.20	0.68	$0 \$ \$ \$ \$ \text{double utility} = 0.0; \text{if}(d < 300) \{ \text{return } 1; \} \text{else if}(d > 3600) \{ \text{return } 0; \} \text{utility} += -777.994375072434 + 188176.998717444 * d / (\text{Math.Pow}(d, 2.94750024978799)) + 34259163.2595572) + 777.955072337992; \text{return utility}$

表 3 新江湾城街道可步行性评价软件所需设施点信息

Tab.3 Location information of facilities for Walkability

Evaluation System in New Jiangwan Town

点序号	点名称	类别序号	纬度/(°)	经度/(°)	附加参数
1	三门菜市场	3	31.311995	121.492739	
2	国江菜市场	3	31.319034	121.495914	
3	和佳菜市场	3	31.327613	121.496944	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

2.2 操作方法

将准备好的数据导入软件,根据分析要求选择要评价/诊断的人群和设施,并通过控制评价参数和输出选项得到评价/诊断图和评价/诊断表,如图 4。

3 应用实例分析

选取上海市杨浦区新江湾城街道为应用案例,由于新江湾城街道发展起步较晚,发展尚不成熟,因此具有较大的可步行性提升空间,可以清晰地展示运用可步行性评价软件优化其可步行性的过程。

新江湾城街道位于杨浦区的东北部,总面积为 8.6 km²,区内服务设施配套不完善,尤其是淞沪路以东江湾城路以西地块;街道西南侧国权北路以西和政立路以南,东北侧闸殷路北段两侧是发展较为成熟的居住区,因此日常服务设施较为集中。

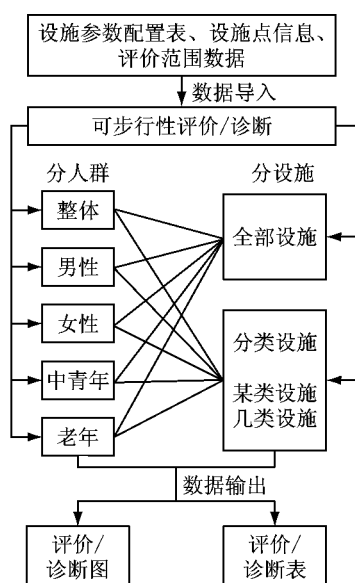


图 4 社区可步行性评价软件流程

Fig.4 The functional flowchart of Walkability Evaluation System

3.1 可步行性评价

借助 Google 地图平台搜寻街道范围内及街道以外一定步行范围内 20 类设施的空间布点,进一步得到每个设施点的经纬度坐标,生成设施点信息表.若研究区内设施点较少,可直接通过 Google 地图查询得到经纬度坐标;若设施点较多,可以结合 AutoCAD 或者 ArcGIS 软件自动获得各设施点的直角坐标,然后编制坐标转换软件自动转换成经纬度坐标.将设施参数配置表和设施点信息表导入评价软件,根据需求对新江湾城街道的可步行性进行评价.

新江湾城街道现状可步行性得分为 56.68。空间上,西南、东北 2 片成熟居住区可步行性较高;中部设施缺乏,地区可步行性较差(图 5、图 6)。设施类型上,可步行性满足率(实际可步行性得分/可步行性满分)较好的有公交站、娱乐设施和公园绿地,满足率在 80%以上;而菜场、地铁站、水果店、便利店、小吃店等高频使用设施满足率不足 50%,严重阻碍了新江湾城街道整体可步行性的提高(图 7、图 8)。

3.2 可步行性诊断

在评价基础上可以进一步对可步行性进行诊断,包括需要重点优化的设施和空间.

分析各类设施的可步行性提升潜力,菜场的提升潜力大于10分,水果店、小吃店的提升潜力大于4分,地铁站、中小超市、公园绿地、便利店、书报阅览、大卖场的提升潜力大于2分,因此,这9类设施是需要重点布局优化的设施,且菜场的优化优先度最大

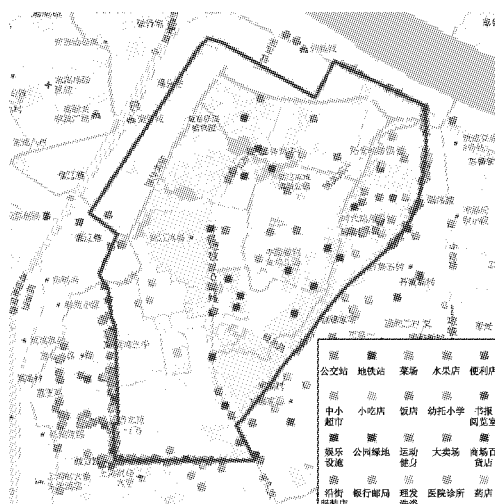


图5 新江湾街道设施分布

Fig.5 Facilities layout in New JiangwanJiangwan Town

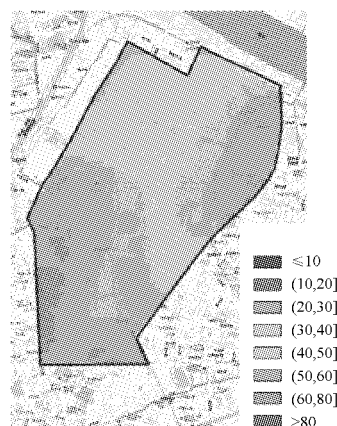


图 6 可步行性评价

Fig.6 Walkability evaluation

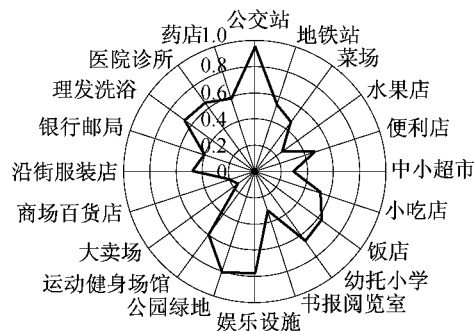


图 7 现状设施分类可步行性得分满足率

Fig.7 Status walkability satisfaction rate of facilities

(图 9、图 10).

分析这 9 类设施可步行性提升潜力的空间分布,按照提升潜力 $[0, 2], (2, 4], (4, 6], (6, 8], (8, 10]$ 分以及 10 分以上将空间划分成 6 类,提升潜力大的空间是重点优化空间. 如菜场的重点优化空间是街道中部地区,水果店除西南片区以外都是重要

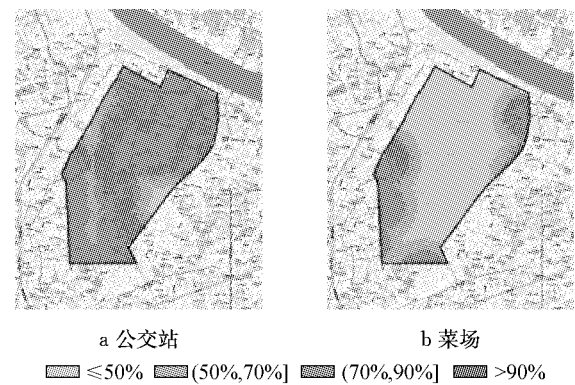


图 8 分类设施需求满足度空间分布
Fig.8 Spatial distribution of walkability satisfaction rate for one type of facility

优化空间, 中小超市和便利店的主要优化空间则在街道中部的带型区域等.

3.3 可步行性优化

根据可步行性评价和诊断结果, 并结合各类设施的使用特征, 对各类设施布局进行优化. 具体布局思路为: 对于使用频率高的设施, 就近满足步行出行需求; 对于综合型服务设施, 适当加大服务半径; 对于使用频率较低的设施, 适当拉长出行距离并注意与综合服务设施的邻近.

结合新江湾城街道的区位, 同时考虑设施管理的需求, 规划“1+1+8”的生活服务设施布局结构(表 4). 2 个“1”分别为作为城市副中心组成部分的南部组团和新江湾城社区中心; “8”为 8 个街坊生活

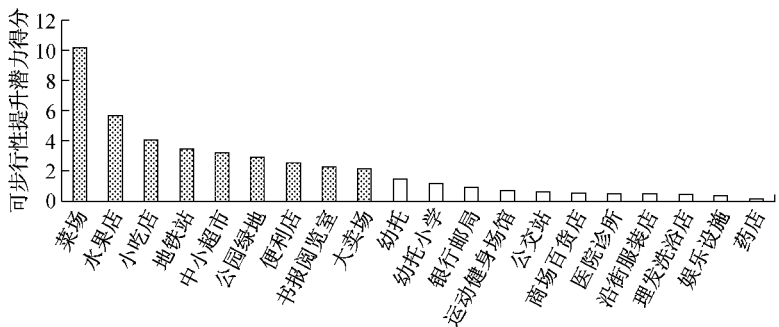


图 9 分类设施可步行性提升潜力排序
Fig.9 Sequence of walkability potential of facilities

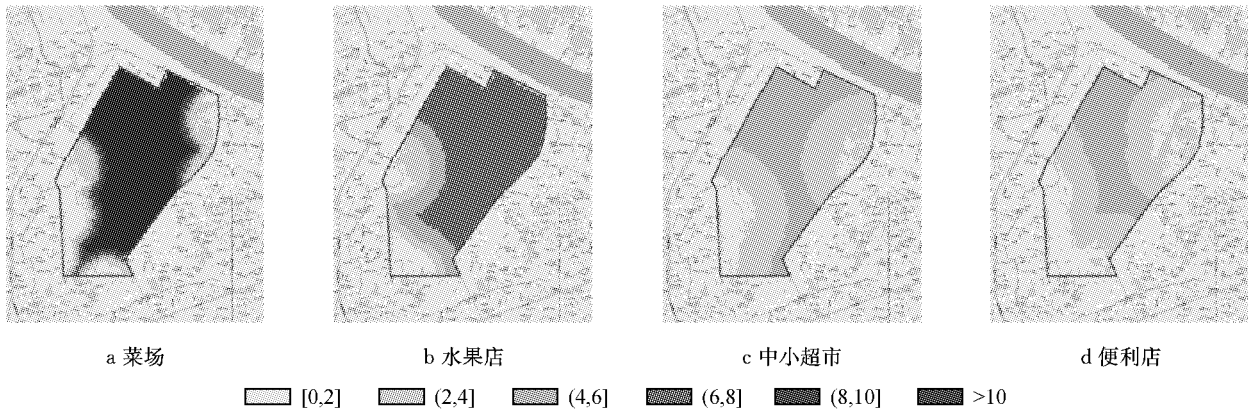


图 10 分类设施可步行性提升潜力空间分布
Fig.10 Spatial distribution of walkability potential of facilities

表 4 新江湾城街道设施优化布局

Tab.4 Layout of facilities in New JiangwanJiangwan Town		
空间等级	服务半径/m	设施类型
1 个南部副中心组团	1 000	商场百货店、专卖店、大小型餐饮、休闲娱乐设施、运动健身设施等综合性设施集群
1 个新江湾城社区中心		社区型购物中心、综合型生鲜超市、专营专卖店、银行邮局、休闲娱乐设施、较大型餐饮店、理发店、社区医院等较低需求等级设施;便利店、小型餐饮等部分较高需求等级设施
8 个街坊生活中心		中小超市、小型生鲜店、便利店、小型餐饮店、小型绿地、报刊亭、药店等较高需求等级设施

中心. 按照优化要求将设施布局到各级空间中(图 11).

对设施优化后的新江湾城街道再次进行可步行性评价(图12), 得分为82.01, 达到良好水平, 若想

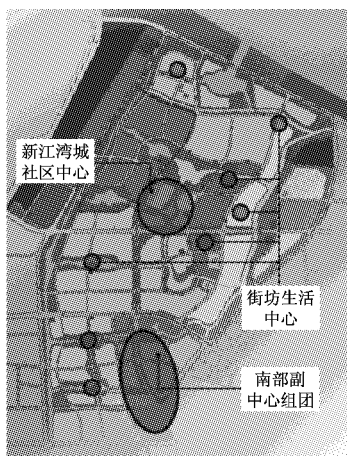


图 11 新江湾街设施分级优化

Fig.11 Facility layout optimization by levels in New Jiangwan Town

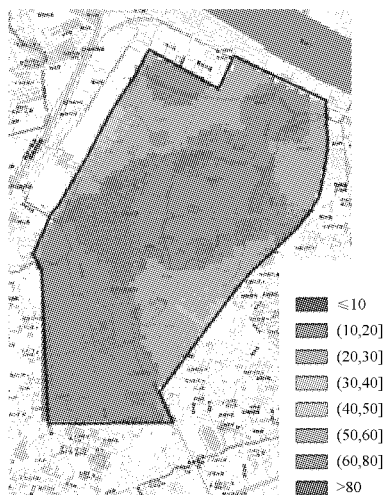


图 12 新江湾街道第一次布局优化评价

Fig.12 Walkability evaluation after the first optimization of New Jiangwan Town

进一步提升其可步行性,可以继续运用评价软件重复这一过程,直到达到预定优化目标。

可步行性评价软件作为一种社区可步行性规划的工具,其应用是一个“评价—诊断—优化—再评价—再诊断—再优化—…”的交互循环过程,评价诊断结果是检验设施布局是否达到可步行性目标的依据,同时也是下一步优化的依据之一。规划师在这个过程中应该充分发挥主观能动性,运用软件实现可步行性的规划目标。

4 软件评述

4.1 开发潜力与应用前景

系统开发时,赋予设施参数配置表充分的灵活

性,设施类型、需求特征数据、距离衰减规律数据均可以按需调整,因此,对于不同地区人群的行为特征、不同人群构成的需求特征都可以进一步反应出来。同时,设施空间信息表预留了一列附加参数,可用于反应设施的属性特征,如设施的规模、服务能力等,从而更精确地反映设施布局对可步行性的影响。软件在以下两方面具有一定的应用前景。

(1) 一种可步行性规划的工具。①建成区设施布局的完善提升。运用评价系统对建成区现状设施布局的可步行性进行评价,并进一步诊断出具有较大提升潜力的设施类型和布局空间,通过现有设施的优化或新设施的增设提高建成区的可步行性,促进低碳出行。②新建地区设施布局规划。在可步行性最优目标指导下,对新建地区的设施布局方案进行评价。根据评价结果调整优化设施布局,最终使设施布局满足可步行性最优的目标。

(2) 设施布局的辅助评价工具。作为一种不同视角的设施布局评价方法,与现有的各类评价方法互为补充。可将设施规模、服务能力、质量等因素考虑在内,进一步完善设施可步行性评价系统,使其对设施布局的评价结果更合理,更具有可借鉴性和实用性。

4.2 存在问题与改进方向

文中提及的可步行性评价系统软件对某些变量做了简化,一定程度上影响了评价的准确性,如设施距离用直线距离代替网络距离等;另外,评价系统在某些功能的设置上尚有一些不足,如目前仅能实现分人群的分析,未考虑现实的人群构成,再如忽视了某些设施不同个体之间规模、服务能力等的差异性,对设施自身属性特征对可步行性的影响考虑不足。

针对以上不足,现阶段的技术还无法解决所有问题,但可以根据软件自身开发潜力,在某些方面做一些改进和完善。如通过设置人群结构数据的控制通道,根据现实评价区域的人群构成特征,有机调用不同人群的相应参数,从而生成符合现实特征的评价结果;又如对设施空间信息数据表中附加参数的控制,将设施某些属性特征纳入到评价系统中来,更精确地反映设施布局对可步行性的影响。

参考文献:

- [1] 孙靓. 机动化时代的城市步行化——基于城市设计视角的研究[D]. 上海:同济大学,2008.
SUN Liang. Urban pedestrianization in motorization times——The study from the perspective of urban design[D]. Shanghai:

- Tongji University, 2008.
- [2] 任春洋. 高密度方格路网与街道的演变、价值、形式和适用性分析——兼论“大马路大街坊”现象[J]. 城市规划学刊, 2008(2):53.
- REN Chunyang. An analysis on the evolution, value and applicability of high-density gridiron street pattern and streets of China: A consideration on "grand-road and super-block" phenomenon[J]. Urban Planning Forum, 2008(2):53.
- [3] 李怀敏. 从“威尼斯步行”到“一平方英里地图”——对城市公共空间网络可步行性的探讨[J]. 规划师, 2007, 23(4):21.
- LI Huaimin. From "pedestrian venice" to "one square mile map"—A probe into the feasibility of urban pedestrian network[J]. Planners, 2007, 23(4):21.
- [4] 简·雅各布斯. 美国大城市的死与生[M]. 金衡山, 译. 南京: 译林出版社, 2005.
- Jacobs J. The death and life of great american cities[M]. Translated by JIN Hengshan. Nanjing: Yilin Press, 2005.
- [5] 杨玲艳, 姚道先. 谈香港“以人为本”的步行环境[J]. 科技情报开发与经济, 2008, 18(27):112.
- YANG Lingyan, YAO Daoxian. Talking about the people-based pedestrian environment in Hong Kong [J]. Sci-Tech Information Development & Economy, 2008, 18(27):112.
- [6] 杨冰. 社区步行空间系统化设计初探[D]. 大连: 大连理工大学, 2006.
- YANG Bing. Systematic design of community walking space [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2006.
- [7] 罗韬. 居住社区步行系统分析[D]. 长沙: 湖南大学, 2006.
- LUO Tao. The analysis of walking system in living community [D]. Changsha: Hunan University, 2006.
- [8] Theodore A Petritsch, Bruce W Landis, Peyton S McLeod, et al. Level-of-service model for pedestrians at signalized intersections[J]. Journal of Transportation Research Board, 2005(1):55.
- [9] Muraleetharan T, Hagiwara T. A study on evaluation of pedestrian level of service along sidewalks and at intersections using conjoint analysis[EB/OL]. [2010-05-02]. <http://www.civil.hokudai.ac.jp/egpsee.alumni/abstracts/Muralee.pdf>.
- [10] 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(1):10.
- LU Yintao, WANG De. Walkability measuring in America and its enlightenment[J]. Urban Planning International, 2012, 27(1):10.
- [11] 吴娇蓉, 华陈睿, 王达琳. 居住区 3 类典型公共设施布局对慢行出行行为的影响分析[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2014, 44(4):864.
- WU Jiaorong, HUA Chenrui, WANG Dalin. Impact analysis of three typical public facility layout on slow traffic travel behavior in residential areas [J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2014, 44(4):864.

(上接第 1814 页)

- [25] 庄宇, 张灵珠, 戴晓玲. 多层商业空间整合度与人流关联性分析[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2012, 40(11): 1620.
- ZHUANG Yu, ZHANG Lingzhu, DAI Xiaoling. Configurational study of pedestrian flows in multi-level commercial space [J]. Journal of Tongji University: Natural Science, 2012, 40(11): 1620.
- [26] Masaya Fujitani, Tatsuya Kishimoto. A study about the pedestrian distribution in the commercial buildings by the location of stores and the structure of the walking space [C]// Proceeding of the 8th International Space Syntax Symposium. Santiago: [s. n.], 2012: 1-18.
- [27] Zacharias J, Munakata J. 东京新宿车站地下和地面步行环境[J]. 许玫, 译. 国际城市规划, 2007, 22(6): 35.
- Zacharias J, Munakata J. Underground and surface pedestrian environments at Shinjuku Station, Tokyo [J]. Translated by XU Mei. Urban Planning International, 2007, 22(6):35.
- [28] 邱班中. 都市型购物中心内部公共空间人流及其轨交分布影响要素分析[D]. 上海: 同济大学, 2012.
- QIU Banzhong. A study on flow path in vertical shaped shopping mall [D]. Shanghai: Tongji University, 2012.
- [29] Hillier B, Penn A. Rejoinder to Carlo Ratti[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2004, 31(4):501.
- [30] 郭昊桐, 李颜, 邓孟仁, 等. 基于空间句法分析的商业体空间人流分布模拟[J]. 华南理工大学学报: 自然科学版, 2014, 22(10): 131.
- GUO Haoxu, LI Yan, DENG Mengren, et al. Simulation of people flow distribution in commercial space based on space syntax [J]. Journal of South China University of Technology: Natural Science, 2014, 22(10): 131.
- [31] 龙韬, 柴彦威. 北京市民郊区大型购物中心的利用特征——以北京金源时代购物中心为例[J]. 人文地理, 2006(5): 117.
- LONG Tao, CHAI Yanwei. Study on residents' utilization of suburban shopping mall in Beijing city—A case study of Jinyuanshidai shopping mall [J]. Human Geography, 2006(5): 117.
- [32] 傅搏峰, 吴娇蓉, 华陈睿. 轨道站出入口客流分布系数估计方法[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2012, 40(11):1660.
- FU Bofeng, WU Jiaorong, HUA Chenrui. Estimation method of distribution coefficient of passenger flow of subway station entrance [J]. Journal of Tongji University: Natural Science, 2012, 40(11): 1660.
- [33] 徐磊青. 城市意象研究的主题、范式与反思——中国城市意象研究评述[J]. 新建筑, 2012(1): 114.
- XU Leiqing. The rethinking of themes and paradigms: A review of urban image studies in China [J]. New Architecture, 2012(1): 114.