

# 历史文化街区步行性分析方法研究

崔莹 过秀成 邓一凌 马巧英

东南大学，交通学院，南京 210096

**摘要：**步行不仅是历史文化街区的主要出行方式之一，更是其保持活力、可持续发展的重要载体。本文结合现有研究，针对历史文化街区的环境特征和步行需求，提出了兼顾可达性、安全性、便捷性、舒适性和审美性的步行性评价指标体系及数据调查方法。通过构建模糊关系矩阵和隶属度函数，实现了感知指标和环境指标间的转化。利用层次分析-模糊综合评价法建立了历史文化街区步行性分析模型，并运用模型对南京夫子庙地区的步行性进行了分析和评价，对其制订合理改善目标、确定现有步行设施的不足和改善潜力等方面提供了参考依据。

**关键词：**城市交通；步行性；层次分析-模糊综合评价；历史文化街区

中图分类号：U491.2\*26 文献标识码：A 文章编号：1672-4747(2015)01-0051-07  
DOI:10.3969/j.issn.1672-4747.2015.01.009

## A Method to Evaluate the Walkability of Historic Conservation Area

CUI Ying GUO Xiu-cheng DENG Yi-ling MA Qiao-ying

School of Transportation, Southeast University,

Nanjing 210096, China

**Abstract:** Walking not only is one of the main trip modes in the historic conservation area, but also is a important way to keep the area's vigour and a significant influence on its sustainable development. According to the demand and characteristics of walking in historic conservation area, this paper proposed an evaluation index system with data collecting methods on walkability, given consideration to accessibility, safety and security, convenience, comfotation and aesthetics. Then, an analysis model on walkability of historic conservation area based on AHP and fuzzy comprehensive evaluation was established with both perceptive and environmental data, which was transformed through a fuzzy relation matrix from the field survey data, and membership functions correspondingly. At last, the analysis

收稿日期：2014-06-01.

基金项目：西部交通战略与区域发展研究中心项目（XJQ010）；综合运输四川省重点实验室项目（B01A1202）；中央高校基  
本科研业务费专项资金科技创新项目（A0920502051413-108）。

作者简介：崔莹（1991-），女，汉族，江苏镇江人，东南大学硕士研究生，研究方向为城市步行与自行车交通规划。

model was applied to analyze the walkability of the Confucius Temple of Nanjing, which made great contributions to setting target of improvement, defining the existing deficiencies and improved potential and so on.

Key words : Urban traffic, walkability, the analytic hierarchy process-fuzzy (AHP) comprehensive evaluation, historic conservation area

## 0 引言

“历史文化街区”是指经省、自治区、直辖市人民政府核定公布的保存文物特别丰富、历史建筑集中成片、能够较完整和真实地体现传统格局和历史风貌,并具有一定规模的区域<sup>[1]</sup>。步行系统作为历史文化街区得以生存和发展的主要载体,是维持和保护街区空间形态和街巷肌理的物质根基,同时也是历史文化街区活力的重要支撑。分析历史文化街区的步行性,是历史文化街区制订合理改善目标、确定现有步行设施的不足和改善潜力、确定规划建议项目的优先级、评价规划和项目实施效果等的重要基础。

目前,影响步行环境的因素构成方面成果较为完善,包含了用地布局、路网形态和城市设计品质等多个类别<sup>[2]</sup>。分析方法上,国外成果主要集中在人行道等设施的服务水平方面,研究与实践经验都较为丰富<sup>[3-4]</sup>;国内研究则多数借鉴统计学模型分析问卷数据以得出步行环境的影响因素<sup>[5]</sup>,但研究多侧重于客观设施使用情况的调研,而较少涉及步行者对步行环境的感知和体验。

相较于微观步行环境评价,步行性的研究尚处于起步阶段。结合现有成果,本文定义步行性为:步行环境

对于步行者的友好程度以及步行者对环境中步行体验的评价<sup>[6-7]</sup>。国外既有研究大多基于交通与建成环境调查<sup>[8]</sup>、步行者感知调查<sup>[9]</sup>或设施可达性<sup>[10]</sup>来分析以社区为主的步行性。考虑到我国的历史文化街区在步行环境、人的感知与诉求等方面与其他用地存在一定差异,因此本文拟针对其特有的步行环境和需求,建立一种能综合考虑设施供需及行人感受的步行性分析方法。

## 1 历史文化街区步行性评价指标体系

### 1.1 评价准则

马斯洛理论把需求分成生理需求、安全需求、归属与爱的需求、尊重需求和自我实现需求五类<sup>[11]</sup>。借助马斯洛需求理论,步行需求可类比为五个主要方面,即有路可走、安全行走、便捷行走、舒适行走、愉悦行走。基于此,确定历史文化街区步行性评价指标体系的准则层为:可达性、安全性、便捷性、舒适性和审美性。

### 1.2 评价指标

根据已有研究并结合国内历史文化街区步行需求及步行环境特性,建立如表1所示的评价指标体系。

表1 历史文化街区步行性评价指标体系及数据调查方法

Tab.1 Evaluation index system and data collecting method of walkability for historic conservation area

| 准则层 | 指标层     | 指标描述  | 推荐测度方式 |
|-----|---------|---|--------|
| 可达性 | 步行网络密度  | 到达区域内部各设施的难易度,代表了区域内部步行出行的发生潜力,以单位面积内的步行道长度表示                   | GIS    |
|     | 对外连通性   | 由外部到达区域的难易度,即对区域外部步行出行的吸引潜力,以可接受步行距离(1km)内对外公共交通设施的密度表示         | GIS    |
|     | 步行专用道比例 | 行人与自行车、机动车等其他交通方式的混合情况,表示了一种事故发生的潜在概率,以拥有步行专用道的道路中心线长度占总长度的比例表示 | GIS    |
| 安全性 | 照明设施    | 高水平的照明可以减少行人交通事故,降低犯罪率,改善行人交通安全和对地区的印象                          | 行人感知   |
|     | 机动车行为   | 主观上司机对行人的尊重程度,如是否在人行横道前减速、是否在与行人有冲突时让行人先走等                      | 行人感知   |

续表 1

| 准则层 | 指标层      | 指标描述   | 推荐测度方式 |
|-----|----------|--|--------|
| 便捷性 | 指路系统     | 为街区中以旅游、购物等为出行目的的出行者服务                                 | 行人感知   |
|     | 无障碍设施    | 便于和有助于残疾人的使用，也直接地为所有行人改善了设施的有效性                        | 行人感知   |
|     | 道路障碍     | 过多的路障会降低选择步行出行的几率                                      | 行人感知   |
| 舒适性 | 路面平整度    | 人行道的不平整有可能意味着其功能的完全失效                                  | 行人感知   |
|     | 绿荫/廊道覆盖率 | 古树与廊棚不仅为行人遮风挡雨，是其不可或缺的独特风景，以有绿荫/廊道遮盖的人行道中心线长度占总长度的比例表示 | GIS    |
| 审美性 | 路面清洁度    | 不仅为行人带来更多的愉悦和便捷，也代表了一个城市对行人的尊重程度                       | 行人感知   |
|     | 文化识别性    | 表示行人对空间物质形态的视觉印象和对城市形象的心智感受及环境认同，代表了街区的文化独特性           | 行人感知   |
|     | 街景       | 为街区中出行目的是休闲娱乐、健身等的出行者服务                                | 行人感知   |

历史文化街区一般位于历史城区，发展历史悠久，普遍具有道路资源有限、交通需求量大、饱和度高、冲突严重等特点，为使评价结果更突出地反应不同街区或街区不同时段间的步行性差异，二级指标的选取侧重于步行者对步行环境感知和体验的衡量，而未涉及诸如行人流量、机动车流量、人行道宽度等在常规人行道服务水平评价中使用的指标

“非常同意”、“同意”、“不同意也不反对”、“反对”和“强烈反对”。

需注意指标较多时，同一形式问题的反复出现易引起调查者的厌烦心理而导致数据偏差，宜采用正反语义两种形式交错进行，以最大程度避免问卷设计对结果的干扰，样表如表 2 所示，统计时应完成李克特 (Likert) 量表向语义量表的转变。

## 2 调查设计

### 2.2 步行环境调查

#### 2.1 行人感受调查

除行人步行感受外，历史文化街区评价指标体系中还包括 4 个环境指标：其中，步行网络密度、步行专用道比例、对外连通性可利用城市综合交通规划现状数据计算得到；绿荫/廊道覆盖率等指标可采取工作人员现场调查评分的形式，具体表格依照实际情况设计。

对于涉及行人感受的 9 个感知指标，宜采用问卷调查的形式获取数据。问卷调查中的相关陈述需将关键点包含以供行人判断，通常使用五个回应等级：

表 2 历史文化街区步行性评价行人感受调查样表

Fig.2 Sample questionnaire on people's perception of walk ability within historic conservation area

| 描 述   | 非常同意 | 同意 | 不一定 | 反对 | 强烈反对 |
|---|------|----|-----|----|------|
| 无论有没有斑马线，无论是不是老人小孩，机动车都能够礼让行人                   |      |    |     |    |      |
| 该区域的治安状况很差，经过这里时会提高警惕，变得格外谨慎                    |      |    |     |    |      |
| 照明很好，视野开阔，灯光宜人                                  |      |    |     |    |      |
| 过街很不安全，车流速度太快无法穿越，更不用说老人小孩了                     |      |    |     |    |      |
| 无障碍设施（坡道、盲道等）较为完好，设置地点科学且完善                     |      |    |     |    |      |
| 路面不平整，铺装破坏、缺失严重，参差不齐，也很不清洁                      |      |    |     |    |      |
| 能很清晰的找到目标地点，并能根据路标系统规划自己的行程                     |      |    |     |    |      |
| 商家占道经营、自行车停放等现象严重，电线杆、配电箱等设施也占据了步行空间，人行道有效宽度<1m |      |    |     |    |      |
| 路面垃圾很多，垃圾散发异味，扬尘严重，到处是小广告                       |      |    |     |    |      |
| 特色鲜明，历史文化氛围浓厚，古建筑保护很好，新建筑能融入整体                  |      |    |     |    |      |
| 街景单调，毫无特色，完全没有可欣赏的，只想快点经过                       |      |    |     |    |      |

### 3 建模方法

历史文化街区步行性评价指标体系中指标数量多,类型庞杂,且具有模糊性。选取的评价方法应能较地的消除感知数据和环境数据之间取值的差异,综合考虑与被评价事物相关的各个因素。模糊综合评价法能应用模糊关系合成的原理,从宏观角度综合评判多个影响因素;层次分析法能利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化。将模糊综合评价法和层次分析法结合起来,可使评价结果更加符合实际。

#### 3.1 权重确定——层次分析法

首先,根据评价指标体系建立相应的层次结构。由于准则层要素较少,两两判断矩阵的构造主观性较强,计算过程粗糙,建议通过问卷得到的若干序列,定义级差后整体加权得出权重。而各准则下可依据专家意见建立 9 个标度的判断矩阵:  $C_k = (C_{ij})_{m \times m}$ , 其中  $k$  和  $m$  的取值由指标体系决定。计算判断矩阵的最大特征根  $\lambda_{max}$  和特征向量  $W$ , 并进行一致性检验,取  $CR < 0.1$ 。综上得出各指标及准则层权重。

#### 3.2 量化评分——模糊关系原理

##### (1) 环境指标评分

环境指标依据所确定的评价取值区间,假设各关键节点之间隶属度成线性变化,建立相应的隶属度函数  $\mu(x_i)$ , 则指标评分  $f(x_i)$  为:

$$f(x_i) = 100\mu(x_i) \quad (1)$$

由此,将环境取值转化为评分数值。

##### (2) 感知指标评分

为消除感知指标与环境指标间评分程度不同而导致的结果偏差,应通过评价集在评分论域  $V$  上的模糊隶属关系,构造出合理的模糊关系矩阵,实现从抽象模糊概念到具体数量评分的转化。方法是在问卷中同时设置定量评分和定性评价,根据其关系设立论域  $U$  及对应得分区间。统计评价  $i$  在得分区间  $j$  的频数  $r_{ij}$  构成模糊关系矩阵  $R$ 。设在论域  $V$  上的模糊评估结果归一化为模糊集合  $X_i$ , 则在论域  $U$  上相应的

评分向量  $X'_i$  为:

$$X'_i = R \cdot X_i \quad (2)$$

式中,  $\cdot$  ——矩阵点乘运算

最后采用加权平均法,即论域  $V$  与矩阵的积为感知指标的指标评分  $f(x_i)$ , 使离散满意度论域上的模糊子集清晰化。

#### 3.3 综合评价模型

将通过模糊综合评价法得到的评分  $f(x_i)$  通过层次分析法得到的权重  $A_i$  加权,得到  $n$  个指标的总体评分  $F(x)$  为:

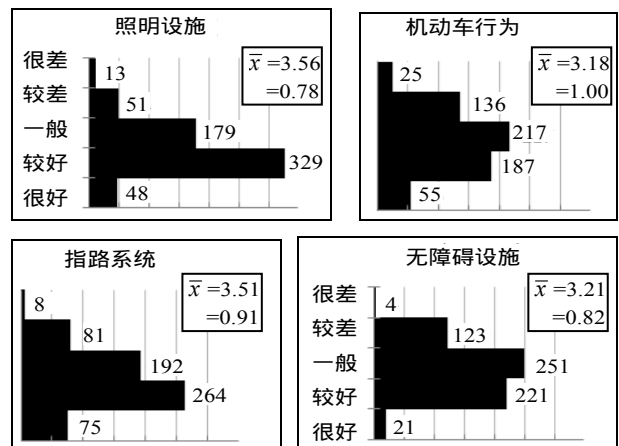
$$F(x) = \sum_{i=1}^n A_i f(x_i) \quad (3)$$

## 4 实例分析

夫子庙历史文化街区位于南京老城城南地区、秦淮河畔,是典型的明清传统建筑风貌。本次研究范围依照《南京历史文化名城保护规划》中相关条例确定。

#### 4.1 问卷调查结果

本研究在夫子庙历史文化街区的 7 个人流集散点发放了总问卷 653 份,回收有效问卷 620 份。行人步行感受从很差到很好依次量化为 1~5 分,各指标在语义转换后的评分数据及量化后的均分和标准差情况如图 1 所示。



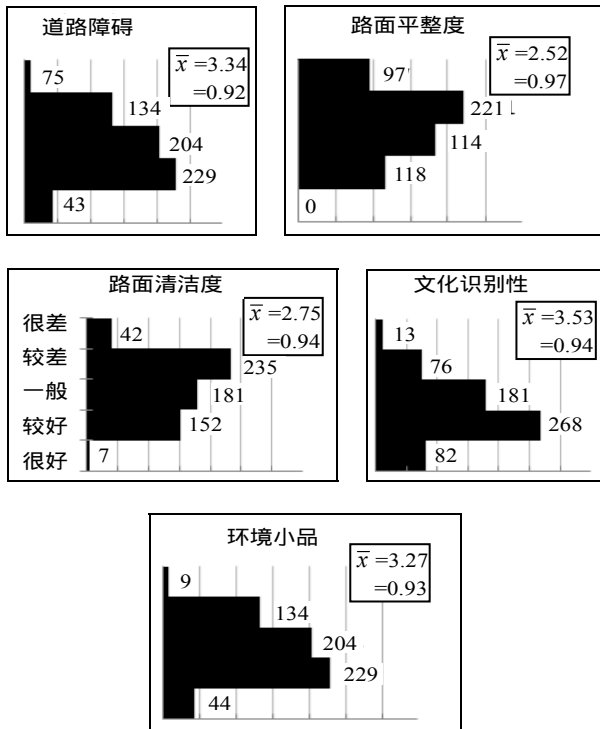


图1 行人感受数据描述性分析

Fig.1 Descriptive analysis on people perception data

排序法能有效提高低维度体系权重取值的准确度。本次调查中,有效排序问卷共 560 份,数据描述及权重计算如表 3 所示。中位数集中在第三位,说明准则层间无显著差别,因此排序级差取 1,即第一位得 5 分,第 5 位得 1 分,计算各权重指标如下:

$$R = \begin{bmatrix} 0.00 & 0.00 & 0.01 & 0.17 & 0.50 \\ 0.00 & 0.00 & 0.06 & 0.67 & 0.50 \\ 0.00 & 0.19 & 0.23 & 0.17 & 0.00 \\ 0.22 & 0.26 & 0.59 & 0.00 & 0.00 \\ 0.78 & 0.55 & 0.10 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix}$$

表 3 准则层权重确定

Tab.3 Weight determination of first class indicator

|      | 指 标     |         |         |         |         |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
|      | 可达性     | 安全性     | 便捷性     | 舒适性     | 审美性     |
| 1    | 68      | 188     | 136     | 68      | 100     |
| 2    | 116     | 92      | 156     | 120     | 76      |
| 3    | 80      | 108     | 124     | 168     | 80      |
| 4    | 104     | 104     | 88      | 156     | 108     |
| 5    | 192     | 68      | 56      | 48      | 196     |
| 累计得分 | 1 444   | 1 908   | 1 908   | 1 684   | 1 456   |
| 权重   | 0.171 9 | 0.227 1 | 0.227 1 | 0.200 5 | 0.173 3 |

为确定模糊关系矩阵,统计 620 份有效问卷中描述与评分的对应关系如表 4,归一化后构造模糊关系矩阵  $R$ ,用于行人感受量化。

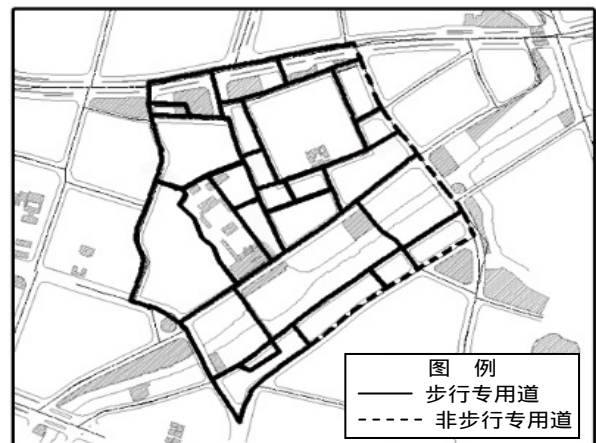
表 4 模糊关系问卷数据

Tab.4 Data of fuzzy relation

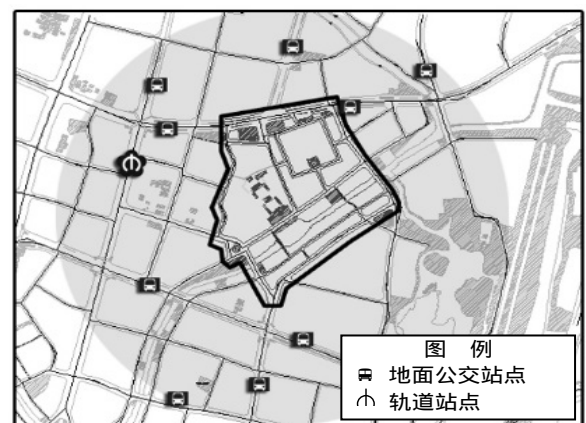
| 得分范围      | 均分   | 得分 | 很好 | 较好  | 一般  | 较差 | 很差 |
|-----------|------|----|----|-----|-----|----|----|
| [0, 40)   | 38.2 | 40 | 0  | 0   | 4   | 4  | 8  |
| [40, 55)  | 48.6 | 50 | 0  | 0   | 20  | 16 | 8  |
| [55, 70)  | 65.2 | 65 | 0  | 44  | 72  | 4  | 0  |
| [70, 85)  | 81.1 | 80 | 8  | 60  | 184 | 0  | 0  |
| [85, 100) | 89.7 | 90 | 28 | 128 | 32  | 0  | 0  |

#### 4.2 实地调查结果

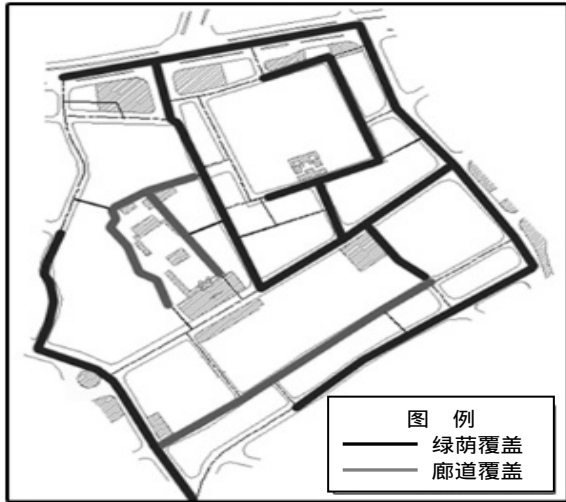
夫子庙历史文化街区步行网络如图 2 所示。其内部为商业步行区,外围道路中只有南部琵琶巷路外停车场与进行地铁施工的平江府路段无步行专用道或



a. 夫子庙步行网络密度及步行专用道比例



b. 夫子庙对外连通性



c. 夫子庙绿荫/廊道覆盖率

图 2 实地调查数据

Fig.2 Data of field survey

已损坏。对外公共交通设施包括了轨道及地面公交站点、出租车停靠站等，因篇幅有限图中仅显示前者。绿荫和廊道覆盖的人行道情况也如图所示。

### 4.3 评价结果分析

由排序法和层次分析法分别确定一、二级指标的相应权重，利用模糊关系矩阵  $R$  对感知指标进行转化，通过隶属度函数对环境指标进行评分，最终得到如表 5 所示的步行性评价概况。

贡献度排序反映了指标对评价结果的影响程度，而得分则反映了各项指标的实地情况。本次调查中贡献度最高的 5 项指标依次为：指路系统、机动车行为、路面平整度、易识别性和步行网络密度，而路面平整度和机动车行为的指标得分较低，说明这两项内容直接影响了夫子庙历史文化街区步行性水平的提高，需

引起有关部门重视。

表 5 夫子庙历史文化街区步行性评价

Tab.5 Walk ability evaluation result of Fuzimiao historic conservation area

| 指标类别            | 评价指标     | 权重      | 指标得分      | 贡献排序 | 准则层得分    | 得分排序 |
|-----------------|----------|---------|-----------|------|----------|------|
| 可达性             | 步行网络密度   | 0.102 4 | 100.000 0 | 5    | 85.801 4 | 1    |
|                 | 对外连通性    | 0.051 2 | 57.400 0  | 9    |          |      |
| 安全性             | 步行专用道比例  | 0.058 7 | 66.740 9  | 6    | 76.685 7 | 4    |
|                 | 照明设施     | 0.031 2 | 80.604 0  | 11   |          |      |
|                 | 机动车行为    | 0.165 7 | 74.588 4  | 2    |          |      |
| 便捷性             | 指路系统     | 0.180 9 | 78.824 7  | 1    | 78.084 8 | 2    |
|                 | 无障碍设施    | 0.018 3 | 75.568 9  | 12   |          |      |
|                 | 道路障碍     | 0.044 6 | 76.909 6  | 10   |          |      |
| 舒适性             | 路面平整度    | 0.116 0 | 66.249 3  | 3    | 66.845 2 | 5    |
|                 | 绿荫/廊道覆盖率 | 0.016 0 | 64.716 9  | 13   |          |      |
|                 | 路面清洁度    | 0.052 7 | 68.801 0  | 8    |          |      |
| 审美性             | 文化识别性    | 0.108 1 | 79.036 8  | 4    | 77.920 5 | 3    |
|                 | 街景       | 0.054 1 | 75.687 5  | 7    |          |      |
| 总得分：76.809 9，较好 |          |         |           |      |          |      |

## 5 结 论

本文针对我国历史文化街区的步行需求建立了步行性评价指标体系，并运用 AHP-模糊综合评价法建立了分析模型，对指标的贡献度、得分及总体进行了综合评价，对其制订合理改善目标、确定现有步行设施的不足和改善潜力等方面提供了参考和建议。评价指标体系是步行性分析模型的核心，未来可结合不同地区特点改进指标体系的构成；层次分析法与主观决策人的专业水平有关，权重的确定方法有待深入探讨。良好的步行性有助于改善城市环境，传承历史文化，使历史文化街区可持续地发展，本文的研究为历史文化街区规划设计方案的制定和实施效果的评估提供了参考依据。

### 参考文献

[1] 国务院. 历史文化名城名镇名村保护条例[EB/OL]. (2008-04-22)[2008-04-29]. [http://www.gov.cn/flfg/2008-04/29/content\\_957342.htm](http://www.gov.cn/flfg/2008-04/29/content_957342.htm).

[2] Frank L. D., Sallis J. F., Conway T. L., et al. Many pathways from land use to health: associations

between neighborhood walkability and active transportation, body mass index, and air quality[J]. Journal of the American Planning Association, 2006, 72(1): 75-87.

[3] Dowling R., Flannery A., Landis B., et al. Multimodal level of service for urban streets[J].

- Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2008, 2071(1): 1-7.
- [4] Transportation Research Board. Highway capacity manual. (5th Edition)[R]. Washington, DC: National Research Council, 2010.
- [5] 陈泳,何宁. 轨道交通站地区宜步行环境及影响因素分析——上海市 12 个生活住区的实证研究[J]. 城市规划学刊, 2012, (6): 96-104.
- [6] Manaugh K., El-Geneidy A. Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighborhood? [J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2011, 16(4): 309-315.
- [7] Cerin E., Saelens B. E., Sallis J. F., et al. Neighborhood environment walkability scale: validity and development of a short form[J]. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2006, 38(9): 1682.
- [8] Leslie E., Coffee N., Frank L., et al. Walkability of local communities: using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes [J]. Health & Place, 2007, 13(1): 111-122.
- [9] Carr L. J., Dunsiger S. I., Marcus B. H. Walk score™ as a global estimate of neighborhood walkability [J]. American Journal of Preventive Medicine, 2010, 39(5): 460-463.
- [10] Krambeck H. V. The global walkability index[D]. Massachusetts Institute of Technology, 2006.
- [11] Wahba M. A., Bridwell L. G. Maslow Reconsidered: A review of research on the need hierarchy theory[J]. Organizational Behavior and Human Performance, 1976, 15(2): 212-240.

(中文编辑:刘娉婷)

上接第 38 页

#### 参考文献

- [1] 李凯,杨彬,张亚兰. 高速铁路分段垂直矩形天窗设置的探讨[J]. 交通运输工程与信息学报, 2014, 12(2): 90-95.
- [2] 陶思宇,黄树明,屈明月. 基于周期天窗的高速铁路夕发朝至列车通过能力研究[J]. 铁道运输与经济, 2014, 36(1): 9-13.
- [3] 校磊,安定. 高速铁路列车夜间开行维修天窗设置研究[J]. 铁道运输与经济, 2013, 35(9): 58-61.
- [4] 王相平,徐智慧,于丽颖,等. 京沪客运专线在矩形维修天窗下开行[J]. 交通科技与经济, 2007, 9(5): 84-86.
- [5] 陶思宇. 客运专线网络旅客列车开行方案优化设计与调整研究[D]. 西南交通大学, 2012.
- [6] 董守清. 我国铁路客运专线综合维修天窗设置方式研究[D]. 成都:西南交通大学, 2005..
- [7] 魏瑜,田长海,朱家荷,等. 垂直型天窗占用运行图时间的分析[J]. 中国铁道科学, 2004, 25(2): 126-129.
- [8] 李成兵,杨奎,彭其渊. 高速铁路综合维修天窗的开设时机研究[J]. 计算机应用研究, 2014, 31(9): 2644-2647.

(中文编辑:刘娉婷)