

城市轨道交通市郊线的可达性提高与住宅地价增值关系研究

李 杨 叶霞飞

(同济大学交通运输工程学院, 201804, 上海//第一作者, 硕士研究生)

摘 要 利用东京的相关数据实证分析了城市轨道交通市郊线对住宅地价的影响, 针对兴趣点对地价的影响程度利用控制变量法进行量化研究, 并利用修正地价确定了车站影响范围及地价增值。提出了城市轨道交通市郊线可达性提高的量化方法。以东京轨道交通中央线上能够判断地价增值的车站周围地价点为例, 对可达性提高与住宅地价增值之间的关系进行了分析。研究发现, 轨道交通对住宅地价增值的作用与可达性提高呈正相关关系, 与接驳距离呈负相关关系。

关键词 市郊线; 住宅地价增值; 可达性提高

中图分类号 F530.7:U239.5

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.08.038

Research on Relationship Between Suburban Rail Transit Line Accessibility Improvement and Residential Land Price Appreciation

LI Yang, YE Xiafei

Abstract Empirical analysis using relevant data of Tokyo is carried out about the influence of suburban rail transit line on residential land price. Control variable method is adopted to quantitatively study how point of interest is influencing land price. Based on the revised land price, station influencing area and land price appreciation are obtained. Method of quantifying accessibility improvement of suburban line is proposed. Taking the land price points around stations that demonstrate land price appreciation along Tokyo central line as study objective, relationship between accessibility improvement and residential land price appreciation is analyzed. It is found that the contribution of rail transit to residential land price appreciation has positive correlation with accessibility improvement, and negative correlation with access distance.

Key words suburban rail transit line; residential land price appreciation; accessibility improvement

Author's address School of Transportation Engineering, Tongji University, 201804, Shanghai, China

城市轨道交通作为准公共产品, 其建设运营成本高、票价收益低, 需要政府的大量补贴。为探索将其外部增值效益转化为内部效益的机制, 国内外很多学者开展了针对城市轨道交通对周边房地产价值影响的研究^[1-5]。现有的计算模型有特征价格模型、地价函数模型、交通成本模型等。其中, 特征价格模型使用较广泛, 但该模型中的邻里因素、结构因素等相关变量无法在规划阶段进行预测, 故其难以进行未来房地产价格增值的预测^[4-5]。可达性提高与房地产增值之间的关系模型虽可供借鉴, 但其仍存在以下问题: 不同学者研究得到的结论差异较大; 文献[3]从城市轨道交通带来的可达性提高角度对房地产增值进行了研究, 对本文的借鉴意义较大, 但该模型仅对车站周围房地产的平均增值进行研究, 无法对城市轨道交通带来的单个房地产增值进行预测; 文献[3]在研究房地产价格增值时, 未完全剥离出城市轨道交通对价格增值的影响, 得到的价格增值会包含其他因素的影响。

针对上述问题, 本文根据日本轨道交通的情况, 对城市轨道交通市郊线(以下称为“市郊线”)的可达性提高与住宅地价增值之间的关系开展进一步研究, 探讨扣除部分兴趣点(POI, 指一些与人们生活密切相关的地理实体)影响后的市郊线对住宅地价增值的影响程度, 提出市郊线可达性提高的量化方法, 并以东京轨道交通中央线为例对市郊线可达性提高与住宅地价增值的关系进行分析。

1 市郊线对住宅地价增值的影响实证分析

1.1 日本市郊线的数据来源

本文研究的日本市郊线主要分布于日本首都交通圈“一都四县”(东京都、埼玉县、千叶县、神奈川县及茨城县)的外围区范围(东京23区边界线以

外范围)。具体的数据来源如表 1 所示。

表 1 日本“一都四县”的数据来源、年份及形式

| 数据 | 来源 | 年份 | 数据形式 |
|-----------|--------|-----------|------|
| 地价 | | 2013—2018 | 点 |
| 行政区划 | | 2017 | 面 |
| 轨道交通线路、站点 | | 2016 | 线、点 |
| 医疗机构 | 国土数值情报 | 2014 | 点 |
| 文化设施 | | 2013 | 点 |
| 学校 | | 2013 | 点 |
| 集客设施 | | 2014 | 点 |
| 用地性质 | | 2011 | 面 |
| 水系、绿地等 | 开源地图 | 2018 | 面 |
| 商场 | 百度地图 | 2018 | 点 |
| 人口 | 国势调查 | 2015 | 面 |
| 岗位 | 经济基础调查 | 2014 | 面 |
| 道路距离数据 | 百度地图 | 2018 | |

如表 1 所示,本文使用 2013—2018 年的地价数据进行研究,各地价点不重合。为保证研究数据的一致性,本文将除 2018 年以外的各年份地价结合其对应区域的地价变化率换算至 2018 年对应地价。本研究共有 6 471 个地价研究点(以下称为“地价点”),其中住宅地价点共 4 776 个。

1.2 车站周围地价分布散点及车站影响范围

本文定义地价点与最近车站间的道路距离为接驳距离。考虑地价点容积率对地价的影响,利用地价点的接驳距离和地价可得到各车站周围地价点容积率不同时地价与其接驳距离的关系,如图 1 所示。由图 1 可见:地价随着接驳距离的增大而降低,

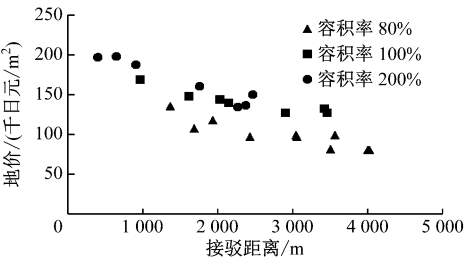


图 1 按容积率分类的地价与接驳距离关系典型散点图

低,并逐渐趋于稳定;当接驳距离相同时,不同容积率的地价点地价不同;容积率相同的地价都具有随着接驳距离增大而下降直至趋平或者上升的趋势。

由于市郊线的建设不是造成住宅地价增值的唯一原因,因此,本研究的住宅地价增值并非指市郊线建设前后的住宅地价差值,而是指住宅地价由市郊线影响而引起的增值部分。车站周围的住宅地价一般会随接驳距离的增大而降低;当住宅地价

降低到一定程度后,价格开始趋于稳定或上升。本文将地价趋于稳定或上升的拐点所在距离定为车站的影响范围边界。假定在车站影响范围的边界处及边界以外,住宅地价开始不受车站的影响,价格趋于稳定;若地价仍上升,则假定在车站影响范围外存在其他因素对地价产生影响,并起主导作用。参考图 1,将地价点按照容积率进行分类,并将地价趋平或出现拐点处的地价点位置初步确定为市郊线车站对住宅地价影响范围的边界。为使散点图的分布趋势更明显,原则上选择周围至少有 10 个地价点的车站及其相应地价点为对象进行研究。经筛选,本研究共有 143 个车站,2 165 个对应地价点。

1.3 部分兴趣点对地价影响程度的量化

本文考虑的兴趣点包括商场、医疗机构(病院及诊所等)、文化设施、学校及集客设施(剧场、展览馆、体育馆等)。地价同时受市郊线及兴趣点的影响。为分析市郊线的影响,需要在原始地价的基础上扣除兴趣点对地价的影响。为此,需量化兴趣点对地价的影响。

在利用日本首都交通圈住宅地价数据进行研究的过程中发现,医疗机构中的病院(病床数为 20 张以上的医院)对于地价的影响较大,故重点探讨基于控制变量法将医疗机构(病院)对地价的影响进行量化的方法。经分析,地价控制变量包括容积率、地价点周围 1 000 m 范围内是否存在商场(存在取 1,不存在取 0)、医疗机构(非病院)(存在取 1,不存在取 0)、文化设施(存在取 1,不存在取 0)、学校(存在取 1,不存在取 0)、集客设施(存在取 1,不存在取 0)。医疗机构(病院)属性根据兴趣点实际个数取值。以平塚站为例,其周围地价与接驳距离的关系散点图如图 2 所示。由图 2 的散点分布特征可初步确定,该车站的影响范围边界在点 1 792# 所在位置,后续主要针对影响范围以内的地价点进行研究。

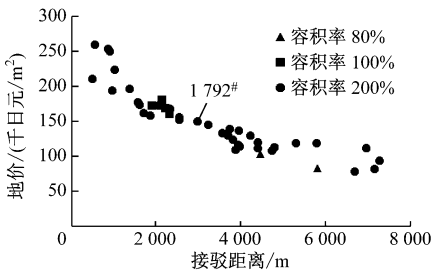
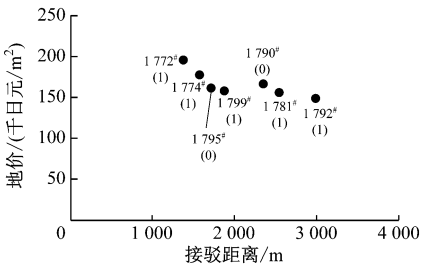


图 2 车站周围地价与接驳距离的关系散点图

根据控制变量法,将容积率和车站周围的其他兴趣点情况作为控制变量。在车站周围的地价点中筛选出满足表 2 所示筛选条件的地价点,其地价与接驳距离的关系散点图如图 3 所示。

| 表 2 车站周围地价点的控制变量筛选条件 | |
|----------------------|------|
| 控制变量 | 筛选条件 |
| 容积率/% | 200 |
| 商场 | 0 |
| 医疗机构(非病院) | 1 |
| 文化设施 | 1 |
| 学校 | 1 |
| 集客设施 | 1 |



注:地价点编号下的数字表示目标地价点处的病院数量。

图 3 满足筛选条件的地价点地价与接驳距离的关系散点图

图 3 中,点 1774[#]和点 1799[#]周围 1 000 m 范围内存在病院且只有 1 个,点 1795[#]周围 1 000 m 范围内无病院。选择这 3 个点进行单一病院对地价影响的量化,如图 4 所示。图 4 中,按点 1774[#]和点 1799[#]的地价间线性关系,计算理论上点 1795[#](目标地价点)处有 1 个病院时的地价,作为虚拟地价点 1 795^{*}的虚拟地价,并将点 1795[#]实际地价和点 1 795^{*}虚拟地价的差值作为 1 个病院对地价的增值影响。具体计算如表 3 所示。

同样计算,得到 1 个病院对于地价的影响如图 5 所示。

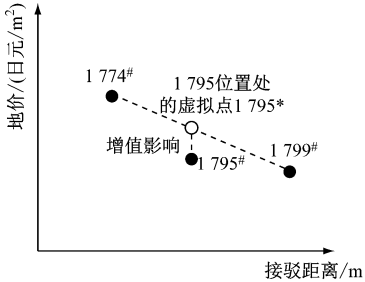


图 4 量化方法示意图

表 3 病院影响的量化计算表

| 计算变量 | 计算值 |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 计算地价点编号组合 | 1774 [#] —1799 [#] |
| 平均接驳距离/m | 1 726 |
| 接驳距离差/m | 300 |
| 地价差/(日元/ m ²) | 18 987. 89 |
| 虚拟地价线的斜率/((日元/ m ²)/m) | 63. 29 |
| 目标地价点编号 | 1795 [#] |
| 接驳距离/m | 1 713 |
| 目标地价点的医疗机构(病院) | 0 |
| 目标地价点的地价/(日元/ m ²) | 162 000 |
| 虚拟地价点的医疗机构(病院) | 1 |
| 虚拟地价点的地价/(日元/ m ²) | 168 328. 86 |
| 增值影响/(日元/ m ²) | 6 328. 86 |

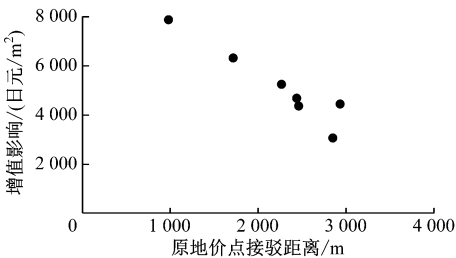


图 5 1 个病院对于地价增值影响与接驳距离关系散点图

对图 5 中分散点关系进行拟合,可得增值影响量化式为:

$$y = \begin{cases} -2.261\ 5x + 10\ 147 & 0 < x < 2\ 826 \\ 3\ 756 & x \geq 2\ 826 \end{cases} \quad (1)$$

式中:

- x ——接驳距离,m;
- y ——1 个病院对地价的增值影响,日元/ m²。

由于数据存在局限性,故无法得到地价点周围 1 000 m 有 2 个或 2 个以上病院情况下的地价受影响情况。

1. 4 基于修正地价的车站影响范围及地价增值

从 1. 2 节中筛选出的 2 165 个地价点中,再筛选出周围 1 000 m 内有 1 个病院或 0 个病院的地价点作为研究地价点。最终筛选出的研究地价点共 1 665 个。对于周围存在 1 个病院的地价点,按照式 (1)算出病院对地价增值影响,并在原地价基础上将该影响扣除得到修正地价。

用修正地价来确定各车站不同容积率下的影响范围边界。经过核对发现,受到 1 个病院增值影响的地价点均处于相应车站的影响范围边界以内。

将影响范围边界处地价点定义为地价增值基准点,则影响范围内地价点 k 由市郊线建设引起的地价增值幅度及增值程度为:

$$\Delta p_k = p_k - p_0 \quad (2)$$

$$\Delta P_k = \frac{\Delta p_k}{p_0} \quad (3)$$

式中:

Δp_k ——车站影响范围内地价点 k 由市郊线建设引起的增值幅度;

ΔP_k ——车站影响范围内地价点 k 由市郊线建设引起的增值程度;

p_0 ——某车站的地价增值基准点地价;

p_k ——某车站影响范围内地价点 k 的修正地价。

Δp_k ——同一时间不同位置地价点的价格差,可以消除宏观经济政策对地价的影响。

2 市郊线可达性指标的提高值测算

根据文献[3],城市轨道交通对周围地价增值的影响可分解为交通效益和聚集效益。交通效益可通过从该地去往城市中其他地区的出行可达性指标提高值来测算。聚集效益可通过从城市中其他地区到达该地的吸引可达性指标提高值来测算。

本文利用出行所需时间作为可达性指标。可达性指标提高值即为轨道交通引起的出行所需时间的降低值。作为公共交通工具,道路公交和市郊线具有一样的功能,二者能够形成替代关系。因此,本文研究的可达性指标提高值以道路公交作为基准交通工具,可达性指标提高值为乘客 OD(起讫点)相同时的市郊线出行所需时间和道路公交出行所需时间之差。

2.1 出行可达性指标的提高值测算

针对出行可达性,本研究设定乘客出行 OD 的出发点是地价点,到达点是其他轨道交通站点或其附近的道路公交站点。由于道路公交的站点较密集,故本研究假设地价点附近和目的地轨道交通站点附近都存在公交站点。为方便计算,只考虑出发端的市郊线接驳,并假设任意 OD 之间均存在直达的公交线路。某个出行 OD 的出行可达性示意图见图 6,起始点为地价点 k ,距离最近的市郊线车站为出发车站 i ,目的地为市郊线车站 j 。车站 j 为相应研究范围中对于研究对象车站 i 周围地价增值影响

较大的车站,需根据实际情况进行选择。

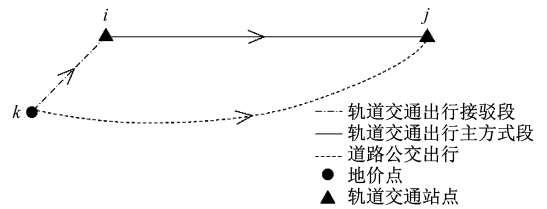


图 6 出行可达性示意图

地价点 k 的出行可达性指标提高值为:

$$\Delta T_{k1} = T_{B,k1} - T_{R,k1} = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij1} \cdot t_{B,kj}}{n} - \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij1} \cdot (t_{R1,ki} + t_{R2,ij})}{n} \quad (4)$$

式中:

$T_{B,k1}$ ——从地价点 k 到其他目的地车站的道路公交加权平均出行所需时间;

$T_{R,k1}$ ——从地价点 k 到其他目的地车站的市郊线加权平均出行所需时间;

w_{ij1} ——车站 j 对车站 i 相对于市中心车站对轨道交通车站的出行重要度权重;

$t_{B,kj}$ ——从地价点 k 出发乘坐道路公交运行至车站 j 的出行所需时间;

$t_{R1,ki}$ ——从地价点 k 接驳至车站 i 的出行所需时间;

$t_{R2,ij}$ ——从车站 i 出发乘市郊线至车站 j 的出行所需时间;

n ——车站 j 的个数。

对于 w_{ij1} ,有:

$$w_{ij1} = \frac{E_j}{E_0} / \left(\frac{t_{R2,ij}}{t_{R2,i0}} \right)^{[3]} \quad (5)$$

式中:

E_j, E_0 ——分别为车站 j 和市中心车站周围 1 000 m 范围内的岗位数;

$t_{R2,ij}$ ——从车站 i 出发乘坐市郊线到达车站 j 的出行所需时间;

$t_{R2,i0}$ ——从车站 i 出发乘坐市郊线到达市中心车站的出行所需时间。

2.2 吸引可达性指标提高值测算

某一个出行 OD 的吸引可达性示意图如图 7 所示,轨道交通车站 j 同图 6。

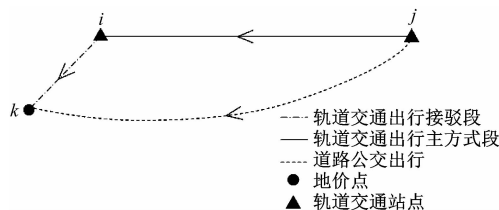


图7 吸引可达性示意图

地价点 k 的吸引可达性提高指标提高值为：

$$\Delta T_{k2} = T_{B,k2} - T_{R,k2} = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ji2} \cdot t_{B,jk}}{n} - \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ji2} \cdot (t_{R1,ik} + t_{R2,ji})}{n} \quad (6)$$

式中：

$T_{B,k2}$ ——从其他目的地车站到地价点 k 的道路公交加权平均出行所需时间；

$T_{R,k2}$ ——从其他目的地车站到地价点 k 的市郊线加权平均出行所需时间；

w_{ji2} ——车站 i 对 j 相对于市中心车站对车站的吸引重要度权重；

$t_{B,jk}$ ——从车站 j 出发乘坐道路公交到达地价点 k 的出行所需时间；

$t_{R1,ik}$ ——从车站 i 接驳至地价点 k 的出行所需时间；

$t_{R2,ji}$ ——从车站 j 出发乘坐轨道交通到达车站 i 的出行所需时间。

对于 w_{ji2} ，有：

$$w_{ji2} = \left(\frac{E_i}{E_0} \cdot \frac{N_j}{N_0} \right) / \left(\frac{t_{R2,ji}}{t_{R2,0i}} \right) \quad (7)$$

式中：

E_i ——车站 i 影响范围内的岗位数；

E_0 ——市中心车站周围 1 000 m 范围内的岗位数；

N_j, N_0 ——分别为车站 j 及市中心车站周围 1 000 m 范围内的居住人口数；

$t_{R2,ji}$ ——从车站 j 出发乘坐市郊线到达至车站 i 的出行所需时间；

$t_{R2,0i}$ ——从市中心车站出发乘坐市郊线到达车站 i 的出行所需时间。

2.3 可达性指标提高量化方法

综上所述，可达性指标提高为：

$$\Delta T_k = \Delta T_{k1} + \Delta T_{k2} = \left[\frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij1} \cdot t_{B,kj}}{n} - \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij1} \cdot (t_{R1,ki} + t_{R2,ij})}{n} \right] + \left[\frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij2} \cdot t_{B,jk}}{n} - \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij2} \cdot (t_{R1,ik} + t_{R2,ji})}{n} \right] \quad (8)$$

3 可达性指标提高值与住宅地价增值程度的关系

3.1 案例背景

在东京都范围内，中央线沿线具有较多可以判断地价增值的车站。因此，本文选择中央线进行研究。沿线利用前文所述方法判定地价增值程度的车站包括武藏境站、武藏小金井站、国立站、丰田站，以这些车站作为典型车站进行研究。

可达性指标提高值计算所需数据包括道路公交出行数据和市郊线出行数据。在可达性指标提高值的计算中，市郊线车站需根据实际情况进行选择。一般而言，地价点与市中心车站之间的联系越强，地价增值所受影响就越大。

针对在东京都范围内的放射线，选择目的地车站为位于市中心的东京站。根据最短道路接驳距离及各交通方式接驳速度，以接驳分担率作为权重，计算可得市郊线出行接驳段所需时间。研究范围内车站各接驳交通分担率和速度按文献[6]取值。

市郊线出行主方式段耗时包括候车时间、区间运行时间、停车时间及换乘时间，可由工作日早高峰时段（07:00—08:00）的列车时刻表获得。道路公交出行所需时间采用最短道路距离与道路公交平均速度的简化方法获得。

根据 2019 年 2 月某工作日 07:00 左右出行 OD 对之间道路公交的出行情况，取道路公交出行平均速度为 20 km/h。

3.2 多元线性关系模型构建

对图 8 中车站周围地价点的增值程度和可达性指标提高值进行计算，得到各车站周围地价点地价增值程度与可达性指标提高值的关系散点图，如图 8 所示。

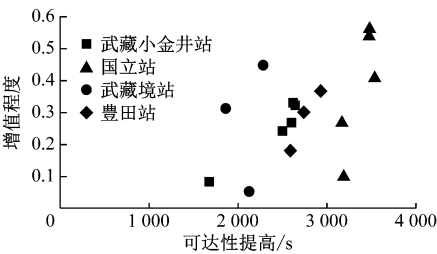


图8 各车站周围地价点地价增值程度与可达性指标提高值的关系图

在可达性指标计算的过程中,市郊线出行主方式段和道路公交出行的距离远大于市郊线接驳距离,接驳距离的影响被减弱。因此,在模型中单独考虑市郊线接驳距离 d 的影响。构建地价增值程度 ΔP 的多元线性模型为:

$$\Delta P = \alpha_1 \Delta T + \alpha_2 d + \beta \tag{9}$$

式中:

- α_1 ——总可达性指标提高值影响系数;
- α_2 ——接驳距离影响系数;
- β ——其他影响造成的地价增值。

其中, d 为分段变量。将 d 按照间隔 500 m 分为 $(0,500)$ 、 $(500,1000)$ 等段。各段中的接驳距离由每段的平均值替代。将中央线车站周围存在有效地价增值的地价点数据代入式(9)进行拟合,结果如表 4 所示。对拟合结果进行 F 检验,检验结果如表 5 所示。

在模型的各项系数中, α_1 虽未能通过 t 检验,但该参数在模型中有重要作用,因此仍予以保留。

| 表 4 中央线典型车站周围的地价点数据拟合结果 | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------|-------|
| 系数 | 估计值 | 标准误差 | T 值 | P 值 |
| α_1 | 0.000 022 8 | 0.000 032 6 | 0.70 | 0.496 |
| α_2 | -0.000 364 | 0.000 051 1 | -7.12 | 0 |
| β | 0.670 860 6 | 0.132 440 3 | 5.07 | 0 |

| 表 5 中央线典型车站拟合结果的 F 检验结果 | |
|---------------------------|---------|
| 项目 | 计算值 |
| 样本数 | 16 |
| R^2 | 0.860 8 |
| 修正 R^2 | 0.839 4 |
| F 值 | 40.21 |
| $\text{Pr}(> F)$ | 0 |

注: R^2 为拟合度; F 为 F 检验统计量; $\text{Pr}(> F)$ 为检验参数。

模型整体通过 F 检验。 α_1 为正,说明在其他变量取值相同的情况下,可达性指标提高值越大,住宅地价增值程度就越大; α_2 为负,说明在其他变量取值相同的情况下,接驳距离越大,住宅地价增值程度就越小。这符合一般预期,说明表 4 的估计值合理。

按估计值代入式(9),得到中央线典型车站的地价增值程度模型为:

$$\Delta P = 0.000\ 022\ 8\Delta T - 0.000\ 364d + 0.670\ 860\ 6 \tag{10}$$

4 结论

1) 车站周围地价与接驳距离在影响范围内呈负相关关系,并在影响范围外逐渐趋于稳定;不同容积率地价存在差异;不同容积率的地价都具有随接驳距离增大而下降,直至影响范围外趋于稳定或呈上升的趋势。

2) 病院对地价会产生影响,本文量化给出了 1 个病院对地价影响的分段函数形式表达式。

3) 市郊线对住宅地价增值的作用同市郊线对地价点带来的可达性指标提高值呈正相关关系,与接驳距离呈负相关关系,并总结出多元线性计算式。

参考文献

[1] 叶霞飞,蔡蔚.城市轨道交通开发利益的计算方法[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2002(4):431.

[2] 潘海啸,魏川登,施澄.轨道交通可达性对房价影响的差异性分析——以上海市中心城区为例[J]. 规划师, 2016(增刊 2):203.

[3] 武倩楠,叶霞飞.城市轨道交通可达性提高和住宅价格增值关系[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2016(6):899.

[4] MCMILLEN D P, MCDONALD J. Reaction of house prices to a new rapid transit line: Chicago's midway line, 1983-1999[J]. Real Estate Economics, 2004(3):463.

[5] 尹晶萍. TOD 视角下轨道交通对住房价值和土地开发强度的影响分析[D]. 杭州:浙江大学, 2015.

[6] 蒋叶. 城市轨道交通车站接驳交通方式划分的修正模型[D]. 上海:同济大学, 2018.

(收稿日期:2019-08-16)