

■ 公共管理

城市轨道交通对沿线住宅价值影响的空间效应^①

唐文彬^{1,2}, 张飞涟¹, 颜红艳^{1,3}, 周正祥²

(1. 中南大学 土木工程学院, 湖南 长沙 410075; 2. 长沙理工大学 经济与管理学院, 湖南 长沙 410004;

3. 湖南财政经济学院 工程管理系, 湖南 长沙 410205)

摘要:通过分析房地产市场的空间效应,构建了我国城市轨道交通对沿线住宅价值影响的空间滞后模型和空间误差模型,并以长沙市地铁2号线一期工程为例,利用MapInfo9.5和GeoDa0.95i软件对数据进行处理和分析,验证了模型的有效性和稳健性。实证结果表明:离地铁站点越远,住宅楼盘的价格增值幅度越小,呈阶梯状递减规律。最后就城市轨道交通外部效益内部化融资问题提出了政策建议。

关键词:城市轨道交通;住宅价值;空间计量经济学;空间滞后模型;空间误差模型

中图分类号:F293.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7835(2013)06-0096-05

作为准公共产品,城市轨道交通具有显著的正外部效应,它在无偿地为沿线房地产商带来巨额增值利润的同时,自身却陷入了资金短缺、运营收支难以平衡的尴尬局面。特别是近年来受宏观经济不景气和货币政策频繁调整的影响,城市轨道交通融资问题尤为突出,而有效应对这一巨大资金压力的基础性工作就是准确评估轨道交通对沿线房地产价值的影响,并积极实施外部效益内部化融资策略。

基于城市发展形态理论、地租地价理论、区位理论,国内外学者围绕城市轨道交通对沿线房地产价值的影响进行了大量研究。Mc Millen和Mc Donald^[1]、吴智宏^[2]分别从定性的角度分析了轨道交通对沿线房地产价值的显著影响。定量研究的成果主要有陈峰和吴奇兵^[3]利用广义交通成本理论和投资收益原理,分析了轨道交通对沿线房地产的增值效应;Bae C-HC^[4]、聂冲^[5]等人分别利用特征价格模型(Hedonic Price Model)研究了城市轨道交通周边不同站距房地产的增值情况;Mats Wilhelmsson^[6]运用GIS技术,将HPM方法与线性支出系统需求函数结合起来研究了轨道交通对周边土地价值的影响,但上述研究均忽略了房地产市场因空间自相关引起的2个问题:一是房地产市场内不均匀分布的区位属性导致相邻样本的空间依赖性,二是由分市场效应引起的空间异质性。因此,本文借鉴Hongbo Du等人^[7]的研究成果,综合运用HPM方法和

GIS空间分析技术,尝试构建我国城市轨道交通对沿线房地产价值影响的空间滞后模型和空间误差模型,并利用长沙市城市轨道交通2号线一期工程及沿线住宅的相关数据,验证模型的有效性和稳健性。

一 城市轨道交通对房地产价值影响的空间计量经济学模型

(一) 空间效应检验模型

房地产价值是一种空间数据,它随着区位的变化会出现较大的差异。空间效应主要是指空间相关性和空间异质性,其中,空间自相关是指不同地理空间上同一属性的观测值不是独立的,它描述了某一位置上的属性值与相邻位置上的属性值之间的关系,而空间异质性则是指每一个空间区位上的事物和现象都具有区别于其他区位上的事物和现象的特征。

因此,在建立空间模型定量分析之前,需先对数据进行空间相关性检验。如果存在空间效应,则必须将其纳入模型分析中,即采用空间计量经济学模型;如果不存在空间效应,则可直接采用最小二乘估计方法(OLS)。Moran's I 指数法是全局空间效应检验最常用的方法, Moran's I $\in [-1, 1]$, I 越大表示相关程度越大^[8]。若 $I > 0$, 则邻近区域的房地产

① 收稿日期:2013-01-05

基金项目:国家社科基金一般项目(13BJY122);教育部人文社科基金青年项目(12YJC790174);湖南省社科基金重点项目(2010ZDB30);湖南省高校创新平台开放基金资助项目(11K005);湖南省现代企业管理研究中心基金资助项目(13QGA4)

作者简介:唐文彬(1975-),男,湖南双峰人,讲师,中南大学博士生,主要从事项目管理研究。

价值存在空间正相关,表示邻近区域的房地产价值具有相似的属性;若 $I < 0$,则邻近区域的房地产价值存在负相关,表示邻近区域的房地产价值具有相异的属性;若 $I = 0$,则表示各区域的房地产价值没有相关性,是独立分布的。根据文献[9],对 Moran's I 指数进行如下定义:

$$\text{Moran}'s I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (1)$$

$$\text{其中: } s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, \quad (2)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (3)$$

y_i 和 y_j 表示第 i 个和第 j 个观测点的属性值, n 为地区总数, w_{ij} 是空间权重矩阵中的任一元素,本文采用与距离相关的算法求解^[10]:

$$w_{ij}^* = \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{u_i} \right)^3 \right]^3 \quad (4)$$

$$w_{ij} = \frac{w_{ij}^* + w_{ji}^*}{2} \quad (5)$$

其中, d_{ij} 为第 i 个观测点与第 j 个观测点的距离, $u_i = \max(d_{ij})$ 。

(二) 空间滞后模型与空间误差模型

空间计量经济学模型有多种形式,其中最常用的是空间滞后模型(Spatial Lag Model, LSM)和空间误差模型(Spatial Error Model),当空间检验为显著时,通过判断空间自相关和空间异质性的占优情况,来确定最终采用的分析模型^[11]。

1. 空间滞后模型

空间滞后模型主要用来研究相邻区域内的某一变量对整个系统中其他区域内同一变量的影响,创建空间滞后模型的常用方法是从代表高阶毗邻关系的空间加权矩阵中消除冗余,基本表达式为

$$Y = \lambda WY + X\beta + \xi \quad (6)$$

其中, Y 是 $n \times 1$ 维的因变量向量, β 是与自变量向量 $X(n \times k)$ 相关的参数向量, ξ 为 $n \times 1$ 维的随机误差项向量, W 为 $n \times n$ 维的外生空间权重矩阵,空间相关系数 $\lambda \in (-1, 1)$,表示相邻区域间的影响程度。

2. 空间误差模型

空间误差模型主要用来研究残差项之间存在空间自相关的问题,其扰动显示出空间相关性。空间误差模型为

$$Y = X\beta + \xi \quad (7)$$

$$\xi = \lambda W\xi + \varepsilon \quad (8)$$

式(8)中, ξ 为随机误差项向量, λ 为空间自回归系数, $\varepsilon \in N(0, \sigma^2 I)$, $|\lambda|$ 值越大,误差项对住宅价格的空间影响就越显著。

二 案例分析

(一) 变量选择与说明

根据文献[12],本文选取住宅价格作为因变量,与最近地铁站点的距离、与城市商业中心的距离等影响因素作为自变量,相关变量的单位及说明如表1所示。

表1 变量名称及说明

变量名称	单位	变量说明
PRICE	元/m ²	楼盘销售均价
DT	km	与最近地铁站点的距离(0~3 km)
DT1	km	与最近地铁站点的距离(0~1 km)
DT2	km	与最近地铁站点的距离(1~2 km)
DT3	km	与最近地铁站点的距离(2~3 km)
CBD	km	与城市商业中心的距离
FAR	—	容积率
GSR	%	绿地率
BA	10 000 m ²	建筑面积
Age	年	房龄

(二) 数据收集与处理

本文以长沙市地铁2号线一期工程为研究对象,该项目线路全长22.262 km,共设19个站点,研究样本采用沿线左右3 km范围内的住宅楼盘。楼盘及市区其他相关基础设施的地形图和GIS数据由长沙市房地产管理中心提供,地铁2号线一期工程的线形图和站点GIS数据由铁道部第四勘察设计院提供,楼盘的价格、容积率、绿化率、建筑面积和房龄等数据通过新浪二手房、搜狐焦点网、银率网房产大全、搜房网、新浪乐居网获得。

利用MapInfo9.5软件将上述2个图层进行叠加和配准,并沿线路方向生成左右均为3 km的带宽区域。本文共收集了726个楼盘样本,从3 km带宽内选取2008年后开盘的普通住宅楼盘作为研究对象,有效样本数为249个,楼盘价格取2012年11月份的销售均价。最后分别从系统导出各楼盘到最近站点和城市商业中心的距离等数据。

(三) 模型分析

1. 空间效应检验

将住宅楼盘的价格数据进行对数化处理,并利用GeoDa 0.95i软件进行全域相关性分析,计算得出Moran's I 为0.463 8,如图1所示。

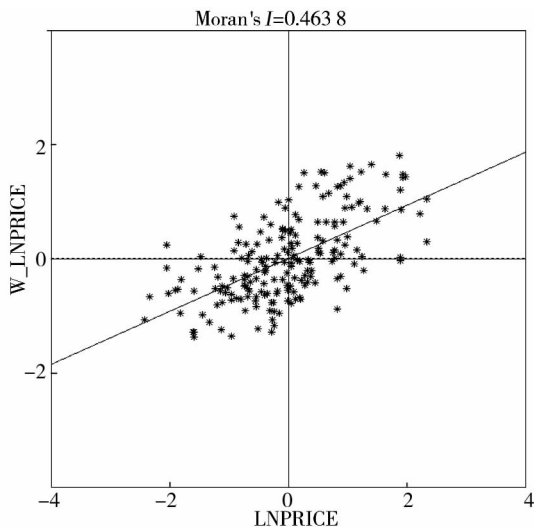


图1 沿线住宅价格的Moran指数散点图

显然,长沙市地铁2号线一期工程沿线住宅楼盘的价

格具有空间相关性,用 OLS 模型估计的结果可能是有失偏颇的,因此宜采用空间计量经济学模型来分析。

2. OLS 分析

根据特征价格理论,房地产价格与各特征变量间的函数关系可分为线性、对数、半对数等形式,本文借鉴已有研究成果^[13],选用半对数形式的特征价格模型作为基本计量经济模型:

$$\ln P = \rho_0 + \rho_1 DT + \rho_2 CBD + \rho_3 FAR + \rho_4 GSR + \rho_5 BA + \rho_6 AGE + \varepsilon \quad (9)$$

式(9)中, $\rho_i (i = 1, 2, 3, \dots, 6)$ 为回归系数, ε 为随机误差。

为了与空间滞后模型和空间误差模型的结果进行比较分析,本文先利用 GeoDa0.95i 软件进行 OLS 估计,结果如表 2 所示。

表 2 0~3 km 范围内住宅楼盘价格的 OLS 估计结果

Variable	Coefficient	Std. Error	t - Statistic	Probability
CONSTANT	8.941 877 0	0.101 280 9	88.287 900 0	0.000 000 0
DT	-0.052 610 7	0.016 334 9	-1.996 382 0	0.047 276 6
CBD	-0.036 271 3	0.006 532 6	-7.083 124 0	0.000 000 0
AGE	-0.014 355 8	0.006 768 6	-2.120 944 0	0.035 183 6
GSR	0.002 783 7	0.001 801 1	1.545 497 0	0.093 839 8
FAR	0.026 202 8	0.008 177 7	3.204 183 0	0.001 581 2
BA	0.000 745 0	0.000 790 8	0.942 137 5	0.147 282 8
Mean dependent var :	8.814 120	Prob (F - Statistic) :	8.563 73e -015	
S. D. dependent var :	0.209 814	Log likelihood :	69.029 3	
R - squared :	0.506 251	Akaike info criterion :	-124.059 0	
F - Statistic :	15.818 200	Scharz criterion :	-100.866 0	

由表 2 可知,拟合优度 R^2 为 50.6%, F 值为 15.818 2,表明模型估计的结果较为有效,相关变量的显著性水平检测结果是:与城市商业中心的距离和容积率通过了 1%,与地铁站点的距离和房龄通过了 5%,绿地率通过了 10%,且各回归系数的符号也与预期一致,但建筑面积这一变量未通过 10% 的显著性水平检验。

表 3 中回归诊断的结果进一步验证了样本数据的高度空间自相关特征,其中,在 1% 的显著性水平检验中,LM -

Lag 和 LM - Error 统计量均为显著,而 Robust 统计量则表现出较大的差异;Robust LM - Lag($p < 0.000 395 2$)是显著的,Robust LM - Error($p < 0.052 778 4$)却不显著,因此,初步推断引入空间滞后模型可能更为合理。

3. SLM 和 SEM 分析

利用 GeoDa0.95i 软件对上述影响效应分别进行 SLM 和 SEM 估计,结果如表 4 和表 5 所示。

表 3 OLS 估计结果的回归诊断

TEST	MI/DF	VALUE	PROB
Moran's I (error)	0.234 140	N/A	N/A
Lagrange Multiplier (lag)	1	31.061 449 4	0.000 000 0
Robust LM (lag)	1	12.554 769 5	0.000 395 2
Lagrange Multiplier (error)	1	22.257 602 6	0.000 002 4
Robust LM (error)	1	3.750 922 6	0.052 778 4
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	34.812 372 0	0.000 000 0

表 4 0~3 km 范围内住宅楼盘价格的 SLM 估计结果

Variable	Coefficient	Std. Error	z - value	Probability
W_PRICE	0.312 345 3	0.077 656 5	4.022 139 0	0.000 057 7
CONSTANT	6.115 205 0	0.712 165 1	8.586 779 0	0.000 000 0
DT	-0.050 548 7	0.015 055 9	-1.962 596 0	0.049 693 1
CBD	-0.033 893 6	0.006 799 0	-4.646 828 0	0.000 003 4
AGE	-0.011 267 0	0.006 176 7	-1.824 095 0	0.068 137 7
GSR	0.002 517 9	0.001 643 4	1.532 106 0	0.095 496 3
FAR	0.023 687 5	0.007 458 9	3.175 741 0	0.001 494 7
BA	0.000 895 8	0.000 721 0	1.242 492 0	0.124 055 2
Mean dependent var :	8.814 120	Log likelihood :	80.902 7	
S. D. dependent var :	0.209 814	Akaike info criterion :	-145.805 0	
R - squared :	0.519 993	Scharz criterion :	-119.300 0	
Lag coeff. (Rho) :	0.312 345			

表5 0~3 km 范围内住宅楼盘价格的 SEM 估计结果

Variable	Coefficient	Std. Error	z - value	Probability
CONSTANT	8.958 501 2	0.099 246 7	90.264 990	0.000 000 0
DT	-0.051 715 0	0.019 714 2	-2.115 989	0.034 345 7
CBD	-0.039 194 1	0.007 741 1	-5.450 681	0.000 000 1
AGE	-0.010 162 3	0.006 201 0	-1.638 810	0.071 252 8
GSR	0.001 851 9	0.001 715 7	1.079 386	0.090 415 8
FAR	0.022 732 4	0.007 552 9	3.009 746	0.002 614 8
BA	0.000 907 7	0.000 729 4	1.244 344	0.153 373 2
LAMBDA	0.292 017 1	0.082 504 1	3.539 425	0.000 401 1
Mean dependent var :	8.814 124	Log likelihood :	78.477 079	
S. D. dependent var :	0.209 814	Akaike info criterion :	-142.954 000	
R - squared :	0.508 463	Scharz criterion :	-119.161 715	
Lag coeff. (Lambda) :	0.292 017			

由表2、表4和表5可知,空间滞后模型(SLM)和空间误差模型(SEM)的SC值和AIC值更小,LogL值更大,表明空间模型比传统的特征价格模型拟合优度更好,并且SLM比SEM估计的效果更佳。

从SLM估计的结果来看,在地铁3 km范围内,离地铁每靠近1 km,住宅楼盘的价值将会平均增加5.05%。

为了进一步研究地铁对沿线住宅楼盘价值的影响是否呈阶梯状变化,本文对0~3 km范围进行了细分,按照0~1 km、1~2 km和2~3 km划分为3个区间,然后分别进行SLM和SEM估计。通过比较发现,3个区间的SLM估计均显示为相对于SEM估计占优,因此,相关变量的回归系数将采用SLM估计的结果。

表6 各区间内住宅楼盘价格的 SLM 和 SEM 估计结果

变量	0~1 km		1~2 km		2~3 km	
	SLM	SEM	SLM	SEM	SLM	SEM
DT(1,2,3)	-0.169 472 3***	-0.172 898 4***	-0.043 416 5**	-0.049 440 6**	-0.014 493 0*	-0.018 805 2*
CBD	-0.028 632 3**	-0.032 412 2**	-0.032 322 8***	-0.036 508 5***	-0.034 243 8**	-0.040 298 6**
AGE	-0.010 471 8**	-0.010 244 6**	-0.011 900 4**	-0.011 807 5**	-0.013 141 6*	-0.012 612 0*
GSR	0.003 044 9*	0.002 340 9*	0.002 513 6*	0.001 962 2*	0.002 266 1**	0.001 618 7*
FAR	0.024 095 4***	0.023 052 2***	0.022 404 1***	0.021 374 7***	0.026 248 0**	0.023 919 6*
BA	0.000 908 0	0.000 957 5	0.000 915 2*	0.000 919 0*	0.000 805 2	0.000 866 4

注:***、**、*分别表示通过1%、5%和10%的显著性水平检验。

表6中数据表明,离地铁站每靠近1 000 m,在地铁0~1 km范围内,住宅楼盘的价值就会增加16.9%,在地铁1~2 km范围内,增加4.34%,在地铁2~3 km范围内,增加1.45%。实证结果表明,离地铁站点越远,住宅楼盘的价格增值幅度越小,呈阶梯状递减规律。

三 城市轨道交通外部效益内部化融资策略

城市轨道交通具有显著的正外部效应和乘数效应,能够诱发沿线房地产业、商业和物业的发展,增加土地开发商的投资收益^[14]。另外,城市轨道交通还能方便沿线居民的生活,站厅层商铺、通道广告、通讯资源、车站自助售货机、银行自动取款机、各类视听广告等都将产生较大的衍生商业价值,形成新的区域商业中心。因此,为有效缓解城市轨道交通建设和运营中的资金压力,应当积极实施外部效益内部化融资策略。基于上述研究结论,本文提出相关建议如下:

1. 分级开发沿线土地。对沿线尚未完全开发的土地,城市轨道交通公司应积极申请以获得政府授予的相关土地开发权,然后按照不同强度等级分别进行房地产和物业一体化开发,从而获取较为可观的开发收益。例如,1 km范围内采取高强度开发,1~2 km范围内采取中强度开发,2~3 km范围内采取低强度开发^[15]。在开发模式上,既可以选择自主开发模式,也可以选择引进战略合作者或者完全外包的方式。

2. 征收特别收益税。对于沿线已经开发且较为成熟的土地,政府部门可以制定相关税收政策,依据与城市轨道交通临近站点距离的远近及上述模型计算得出的结果,分级征收特别收益税。政府部门还须建立相应的利益协调机制,合理地将这一特别收益税划入城市轨道交通的建设与运营补贴中,实现城市轨道交通的可持续发展。

3. 合理开发地下空间。建立地下商业街,利用地下资源创新传统的经营模式,大力推广品牌经营和连锁品牌模式,通过对商业街的商位收取租金以及对店铺收取营业税

等,为城市轨道交通拓展创收渠道。

4. 广告位出租。建议政府部门出台相关政策,以支持城市轨道交通广告的特许经营。在城市轨道交通的特殊位置,如车厢、站点出入口、通道壁以及顶盖等部位,进行广告位出租,收取的租金可作为城市轨道交通建设又一新的资金来源。

四 结 语

城市轨道交通对沿线房地产价值会产生积极的提升作用。本文在验证了沿线房地产市场存在空间效应的基础上,通过构建城市轨道交通对沿线住宅价值影响的空间滞后模型和空间误差模型,结合具体案例,准确度量了离站点不同距离区间这一增值影响的变化趋势,并对城市轨道交通实施外部效益内部化融资策略提出了相关建议。本文只选取了住宅楼盘作为研究对象,未考虑商业和办公等其他类型房地产的情况,后续研究可以把其他类型房地产也纳入进来,并与住宅楼盘进行比较,分析其在增值效应上有什么异同,从而为沿线房地产按照不同物业类型分别进行开发提供理论依据。

参考文献:

[1] Mc Millen D P, Mc Donald J. Reaction of House Prices to A New Rapid Transit Line: Chicago's Midway Line, 1983-1999[J]. Real Estate Economics, 2004, 32(3): 463-486.

[2] 吴智宏.城市轨道交通建设与房地产开发互动关系研究[J]. 天津城市建设学院学报, 2008, 14(3): 223-227.

[3] 陈 峰, 吴奇兵. 轨道交通对房地产增值的定量研究[J]. 城市轨道交通研究, 2006(3): 12-17.

[4] Bae C H, Jun M J, ParK H. The Impact of Seoul's Subway Line on Residential Property Values[J]. Transport Policy, 2003, 10(2): 85-94.

[5] 聂 冲, 温海珍, 樊晓锋. 城市轨道交通对房地产增值

的时空效应[J]. 地理研究, 2010, 29(5): 801-810.

[6] Mats W. Household Expenditure Patterns for Housing Attributes: A Linear Expenditure System with Hedonic Prices[J]. Journal of Housing Economics, 2002, 11(1): 75-93.

[7] Hongbo D, Corinne M. Understanding spatial variations in the impact of accessibility on land value using geographically weighted regression[J]. World Symposium on Transport and Land Use Research, Whistler Canada, 2011(7): 28-30.

[8] Kim J, Zhang M. Determining Transit's Impact on Seoul Commercial Land Values: An Application of Spatial Econometrics[J]. International Real Estate Review, 2005, 8(1): 1-26.

[9] 沈体雁, 冯等田, 孙铁山. 空间计量经济学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2010.

[10] 龙奋杰, 郑思齐, 王轶军, 等. 基于空间计量经济学模型的城市公共服务价值估计[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2009, 49(12): 2028-2031.

[11] 温海珍, 张之礼, 张 凌. 基于空间计量模型的住宅价格空间效应实证分析: 以杭州市为例[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(9): 1661-1667.

[12] 谷一帧, 郭 睿. 轨道交通对房地产价值的影响——以北京市八通线为例[J]. 经济地理, 2008, 28(3): 411-414.

[13] 王德起, 于素涌. 城市轨道交通对沿线周边住宅价格的影响分析——以北京地铁四号线为例[J]. 城市发展研究, 2012, 19(4): 82-87.

[14] 徐宗祥. 城市轨道交通产业投资对当年投资乘数的影响研究——以湖南数据为例[J]. 湖南大学学报(社科版), 2011, 25(5): 69-74.

[15] 王岳龙. 地价对房价影响程度区域差异的实证分析——来自国土资源部楼盘调查数据的证据[J]. 南方经济, 2011, 29(3): 29-42.

Spatial Effect of Urban Rail Transit on the Value of Residence Along

TANG Wen-bin^{1,2}, ZHANG Fei-lian¹, YAN Hong-yan^{1,3} & ZHOU Zheng-xiang²

(1. School of Civil Engineering, Central South University, Changsha 410075, China;

2. School of Economics and Management, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410004, China;

3. Department of Engineering Management, Hunan University of Finance and Economics, Changsha 410205, China)

Abstract: Through the analysis of the spatial effect on the real estate market, this paper builds the spatial lag model and spatial error model, and assesses the effect of urban rail traffic on the value of residential along. Taking Line 2 of Changsha Metro as an example, and using MapInfo9.5 and GeoDa0.95i to collect and analyze the data, this paper verifies the effectiveness and stabilization of the model. Empirical results show that the farther away from the metro stations, the smaller the magnitude of price appreciation for residence, showing the ladder-like diminishing law. Finally, this paper puts forward some policy suggestions for the urban rail transit to internalize financing of external benefits.

Key words: urban rail transit; residential value; spatial econometrics; spatial lag model; spatial error model

(责任编辑 晏小敏)