

交通区位测度模型研究

Study of Traffic Location Accessibility Measure Model

许俭俭

文章编号1673-8985 (2016) 03-0128-05 中图分类号TU981 文献标识码A

摘要 如何正确把握土地使用与城市交通之间的协调关系和相互作用的规律,是城市规划实践中需要面对的永恒的主题。基于可达性测度模型,提出了交通区位测度模型的构建方法。研究认为,通过案例和应用前景的分析,交通区位测度模型作为一种比较直观的定量化评价土地使用与交通协调关系的技术方法,可有效支持中观层面用地规划与交通规划的逻辑一致性,在宏观和中观层面的规划分析方面都有较强的应用价值。

Abstract How to grasp the law of the interaction and coordination relation between the land use and the urban traffic is an eternal theme which should be faced in urban planning practice. Based on accessibility measure model, the author puts forward the construction method of the traffic location accessibility measure model. According to the analysis of the cases and application prospect, the author points out that the traffic location accessibility measure model is a quite intuitive technical method that evaluates the coordination relation between the land use and the urban traffic, which can be used to support the logical consistency between the land use planning and traffic planning in median level effectively. And the model has a strong application value in macro and median level planning analysis.

关键词 交通区位 | 可达性 | 模型 | 分布

Keywords Traffic location | Accessibility | Model | Distribution

1 研究的动因和目的:寻找一种能够直观且定量化评价土地使用与交通协调关系的技术手段

1.1 城市规划的永恒主题

如何正确把握土地使用与城市交通之间的协调关系和相互作用的规律,是城市规划实践中需要面对的永恒的主题。

理论上通常认为,城市土地利用与城市交通之间是相互影响,循环反馈的关系。

土地使用是城市交通需求的“源”。不同使用性质的城市空间上承载了不同特性的人群,引发不同目的和规模的交通需求。覆盖并联结城市空间的城市交通系统为这些交通出行的实现提供了便利条件。由此实现的人的活动,是城市实现其社会经济功能的前提之一。

城市交通系统的运行效率对城市整体功能运行效率产生很大影响,进而影响城市土地使用的方向。交通系统在空间上的可达性

差异,影响了人的行为活动在空间上的选择,导致了城市活动在空间上分布的差异,由此也对土地使用的分布产生影响。

从城市规划学科诞生之日起,土地使用与交通就紧密联系在一起。雅典宪章中明确,交通是城市的4大功能之一;霍华德的“田园城市”、赖特的“广亩城市”、勒柯布西埃的“光辉城市”都是基于特定交通模式和布局结构下的城市规划构想;“中心地理论”和“地租理论”从经济学的角度试图解释城市土地使用的空间分布规律以及与交通可达性的关系。

1.2 技术发展与面临的问题

20世纪60年代以来,随着理论以及计算机信息技术的进步,各类专业化的分析模型(如交通模型)及综合性的城市模型都得到了长足的发展,为城市规划人员更为客观地理解城市土地使用与交通相互反馈的运行规律、评估

作者简介

许俭俭

上海市城市规划设计研究院
重大办主任,高级工程师

规划方案和政策的有效性提供了比较实用的工具,以更为合理地应对城市发展的不确定性。

虽然,城市规划需要更多的量化数据分析技术与支撑早已成为行业内共识,上海新一轮总体规划编制也把量化数据分析作为规划编制技术创新的主要内容,但事实上,在当前上海的城市规划设计研究实践中,模型应用等量化数据分析技术水平相对低下,相比于北京等国内其他城市存在较大的差距。

其主要原因可能有以下2个方面:

(1) 专业人才的结构性问题。目前规划行业内主流专业依然是城市规划、建筑、环境、交通等,信息技术开发相关专业人员很少,即使有,也多数作为后台技术服务来配置。主流技术人员和技术决策人员普遍缺乏模型原理和开发技术的专业培训。

对于技术人员,虽然从本身专业的角度可以提出各类分析的需求,但理论水平、专业技能乃至思维方式上的限制,导致数据应用多数停留在数据的简单叠加、分类汇总统计方面;对于技术决策者,虽然主观上有强调技术逻辑的意图,但对于模型研发工作的必要性和艰巨性缺乏清醒的认识,往往提出不切实际的工作目标和要求,且缺乏耐心。

(2) 模型技术本身与城市规划需求有距离。一方面,模型技术专业性强,对数据的要求高,研发周期长,人力和资金投入大,维护成本也是比较大的负担。另一方面,模型致力于模拟城市发展客观趋势与城市规划基于目标导向的行政管控行为模式之间契合度也不高。因此,启动模型研发非常难。由此也导致目前应用模型分析的规划设计凤毛麟角。

另一方面,现有许多常用的模型表达(如交通模型常用的道路网服务水平分布预测、轨道网客流量分布预测)与城市规划习惯的概念化图形思维方式不同,对于土地使用规划的适用性较弱。有些模型逻辑表达欠缺严密,可解释性较差。

1.3 国内已有的相关研究评述

事实上,在城市规划管理中开展量化评

价土地使用与交通协调关系研究与实践方面,上海的起步不算晚。2003年完成的《上海市中心城强度分区研究》中,建立了以服务区位、交通区位和环境区位为主因子的开发强度模型,在中观层面上建立了土地使用强度与交通的对应关系,并以此构建了详细规划层面的中心城开发强度管控制度。但由于模型中的区位取值方法人为干预太多,可解释性不强,整体技术体系不够严密。

北京也同时开展了相关研究与实践。在《北京市中心城控制性详细规划》中,创造性地采用了“交通承载力”的分析方法来协调土地使用。在交通承载力测试方法上,采用土地开发强度与交通设施提供容量空间分布的“静态”对比与宏观交通模型的“动态”测试相结合的思路,经过多轮方案测试,实现用地规划与交通规划互动的意图。虽然这种方法相对直观易懂,但事实上是交通模型思路的一种变化。笔者认为,虽然有“动态”测试等技术的修正,但以交通设施的测算容量与土地开发强度空间的对应程度,作为用地与交通协调的主要指标,在理论上不够严密。

1.4 利用可达性测度方法是一种有效途径

近年来,笔者一直试图找到一种比较直观、简单、容易理解的量化评价土地使用与交通协调关系的技术方法,希望能有效支持中观层面用地规划与交通规划的逻辑一致性。

传统的交通规划分析方法及技术工具,一般都以交通系统自身效率为首要的价值评判标准,与土地使用规划并没有形成比较直接的逻辑反馈方法。数年前,在“交通影响评价是否有必要延伸至规划选址阶段”的争论过程中,笔者曾坚持交通影响评价技术并不适用于规划层面的项目选址,认为技术逻辑不成立,特别是在拓展型的规划区域内。在规划层面,如果要将土地利用规划方案与交通体系挂钩,就应该评价用地规划方案与交通规划方案的协调度,而非影响程度。基于传统交通规划技术的“交通影响评价”制度,并不能根本性地解决规划层面交通与用地有效协同的问题。但是,即使业界认

同这个观点,没有合理的、令人信服的技术解决方法,也是无济于事的。

根据城市经济学理论,交通可达性是影响城市土地使用价值的最为重要的因素。在典型的城市模型中,一般都采用可达性作为交通区位的主要指标。因此,建立合理可行的交通可达性的测度方法,是直观且量化评价土地使用与交通协调关系的有效途径,也是建立更为完整的城市模型的基础。

2 交通区位测度模型:一个适用的工具

可达性(Accessibility)是一种反映交通出行方便程度的指标。比较典型的可达性测度模型有5类,分别是空间阻隔模型、累计机会模型、空间相互作用模型、效用模型和时空约束模型。

本文所描述的交通区位测度模型就是一种可达性测度模型,但在算法上对空间阻隔模型、累计机会模型和空间相互作用模型进行了整合。

2.1 模型的数学表达和含义

交通区位测度模型把交通区位定义为一种势能或潜力。某一空间位置上的交通区位值取决于行为自这一点出发,以某一种出行方式(全程步行出行,或小汽车出行,或公共交通方式出行等),在一定时间范围内,在可到达的空间范围内,接触到的某种机会的累计总数。

其数学表达式为:

$$A_i^{m,o} = \sum_{l=n}^{O_n - O_{n-1}} \frac{O_n - O_{n-1}}{t_n^a}$$

参数含义:

$A_i^{m,o}$:为空间位置*i*点上,基于网络*m*和机会*o*的交通区位值;

t :为出行阻抗,即出行过程中所产生的综合费用,这里用行程时间代替;

α :为反映距离阻抗影响程度的指数参数,取值2—4;

O_n :为自基点出发,在行程时间内覆盖到的所有机会数。

“某种机会”代表了某种出行目的。例如,

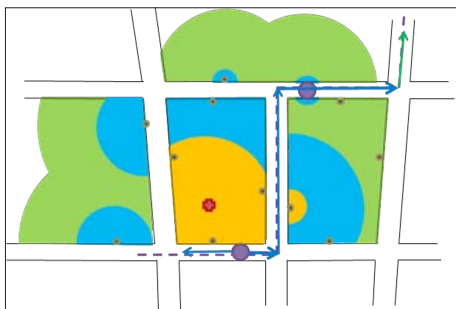


图1 扩散(黄、蓝、绿代表起始开始的3个时段扩散范围)

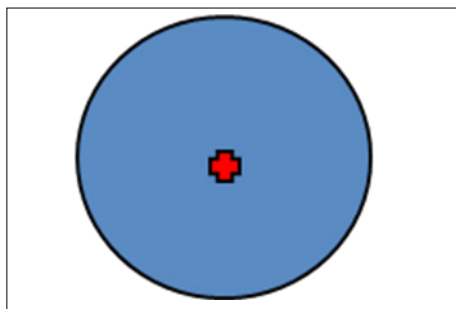


图2 面状扩散

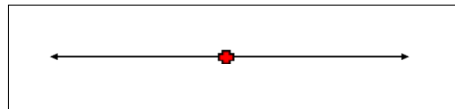


图3 线状扩散

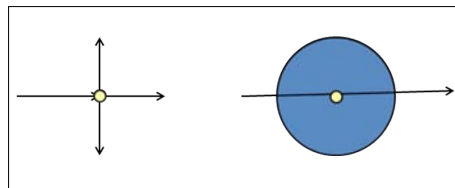


图4 节点转换

如果选用工作岗位作为O,出行目的就是通常意义上的上班通勤;如果选用医院的某种效用值(门急诊挂号数、医生数、可提供的床位数等),出行目的就是看病就医。

交通区位所表示的势能值已经包含了空间效用。之所以表达为机会的累积数,是因为在累积过程中,同样的机会接触,花费的时间越长,效用就越低。

2.2 模型的参数设置和空间建模运算

(1) 出行行为的模拟——“扩散”(图1)

模型的运算在GIS软件中实现,运算在逻辑上是对出行行为的模拟,类似于一种“扩散”的过程。即自一点开始,模拟出行者沿所有可能的路径和方向前进,经过一个时段(如10 min)后,扩散形成的1个或多个“面”内包含的机会数就是 O_n 。再扩散一个时段,同样的方法得到 O_{n+1} 。

“扩散”的类型有3种:

面状扩散。规则:没有路径限制时,可360度呈圆形扩展,一直到不可穿越的边界为止。此模式可模拟地块内的步行(图2)。

线状扩散。规则:两侧限制的线状介质,只能2个方向扩散,可模拟机动车道路(没有开口)、公交线路,轨道线路等(图3)。

节点转换。规则:节点处,扩散可以在线—面、线—线之间自由转换,在节点可设置一个转换的“暂停时间”,模拟交叉口及其延误、地铁公交车站及其等待延误、停车费用等效应(图4)。

可以看出,这种简单的“扩散”规则可以有逻辑地模拟多种交通出行关键特征:通道、速

度(拥堵)、换乘、延误。也可以模拟多种交通模式:步行出行、自行车出行、小汽车+停车+步行、步行换乘公交(公共汽车和地铁)换步行,等等。

(2) n值

n值表示上述的时段有几个,取决于模型扩散的总时间和时段长度的取值。时段长度设定取决于模型运算的精度与运算量的平衡,目前取10 min。模型扩散的总时间设定取决于可获得数据的空间覆盖范围和逻辑合理性。考虑到上海绝大部分通勤时间在2 h以内,故模型扩散的总时间取2 h。由此n值为12。

(3) α 值

α 值参照重力模型设定,但考虑不同交通模式下出行者对距离的敏感程度,作了一些修正。小汽车模式下, α 值为2;步行模式下, α 值为4;公交模式介于上述二者之间, α 值为3。

(4) 空间建模运算

每个点的交通区位值的获取需要经过一系列的空间运算,要获得一定区域的交通区位值的分布,就需要有一定密度的交通区位的点。这需要根据研究目的,平衡数据精度与运算量。基于市域范围总体规划研究的需要,现阶段点的密度选取为1个/ km^2 ,全市定了6 000多个点。

由于需要处理海量的空间运算,必须在GIS软件平台上进行空间建模应对运算问题。

3 应用案例解读:交通区位测度模型的特点

目前,笔者所带领的课题组基于上海现状居住人口分布数据、现状工作岗位分布数据、现状交通网络,采用交通区位测度模型的

运算方法,完成了公交换乘、小汽车和步行3种不同模式下,针对现状就业岗位、居住人口等不同对象的交通区位分布运算(图5-图9)。

以就业岗位为出行目的的交通区位分布在逻辑上一般对应于居住地的通勤便利程度,习惯上称之为居住可达性。如果以居住人口分布取代就业岗位,得到的交通区位可评价企业获取人力资源的便利程度,习惯上称之为岗位通达性。

可以看出,不同交通模式下,交通区位呈现出完全不同的布局形态和量级分布。通过交通区位测度模型测度出来的区位势能值分布,反映了一种“出行主体—出行模式—出行目的”组合下的空间效用分布。而交通设施空间效用通过出行过程中所使用到的交通设施的服务水平的影响,而间接体现出来。

与其他的可达性测度模型比较,这个模型通过点的密度设置,可以兼顾宏观和中观层面,在精度上具有比较大的应用优势。而且,模型逻辑简单易懂,对交通网络的变化比较敏感。特别是在中观层面,方案细部的变化,如常规公交线路、班次和车站设置,出入口位置等交通管控措施,甚至步行系统的设计,都可以得到有效的反馈。网络的变化,带来的反馈就更加显著,模型可以直接给出变化的值及分布。

模型表达的是面状分布的一种空间区位值,代表综合相关空间要素后的一种空间发展潜力或者可能性,而不是实际发生的事件。这种表达方式对于城市规划来说,直观而容易理解。



图5 全市现状就业岗位密度分布



图6 采用公交换乘模式和现状就业岗位的交通区位分布

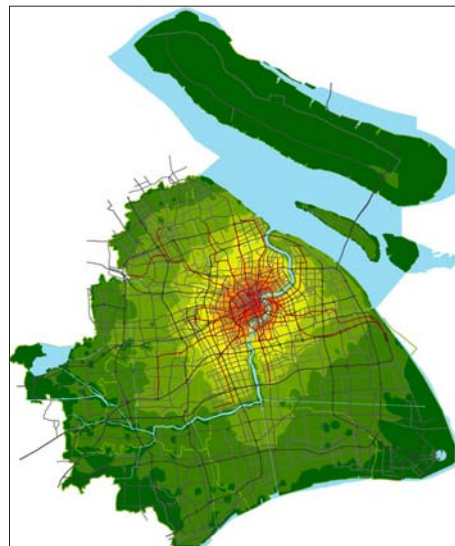


图7 采用小汽车模式和现状就业岗位的交通区位分布



图8 采用步行模式和现状就业岗位的交通区位分布



图9 采用公交换乘模式和现状居住人口的交通区位分布

4 交通区位测度模型的应用开发: 潜力巨大

4.1 解读和分析城市的空间区位分布

城市空间解读和分析是城市规划的必修课。常规的空间解读一般关注于规划较易获取的用地、建筑、路网水网等物质类地理信息,不太关注“人的活动”本身。区位多数情况下仅是一种能够带来一些联想的地名类信息。交通区位测度模型可以为城市空间解读和分析提供

非常有用的工具(图10)。

例如,图10反映的是公共交通模式下现状上海中心城及周边地区的居住可达性。可以看出,上海呈现出明显的圈层结构,而且区位的梯度差异非常大。分布上,以延安高架路—南北高架路为中心,东至四川路,西至静安寺,南至复兴路,北至北京路为区位值最高的核心区域,向四周扩展。由于轨道成网,中环内并没有显示出沿轨道交通的轴线发展态势,中环以外,表现出

一些沿轨道交通的轴线发展形态,但因为常规公交网络效应显现,这种轴线也不是十分明显。区域分布上,浦东明显弱于浦西,浦东区位最高的区域在2号线世纪大道站周边,也仅与浦西的虹桥—仙霞地区相当,张江的区位与七宝—虹桥枢纽相当。总体上,上海中心城的区位分布大致与外环路框定的空间位置有一个4 km左右的错位。

4.2 建立综合性的空间绩效评价指标

利用交通区位,可以设定一种整合交通与用地空间关系的空间绩效评价指数E,

$$E = A \times P$$

P是与A的目标效用对应的要素值。如果A是公共交通模式下的居住可达性,P就取居住人口分布,对应的E的含义就是公共交通模式下人口与岗位分布的绩效。

理论上,合理高效的公共交通系统,可以引导居住和就业的合理集聚,居住人口分布趋向于向居住可达性高的地方集聚,从而达到E值持续提升的正向反馈。

横向的E值比较,可以反映各区域区位影响下资源禀赋的差异;纵向比较,可以科学反映各区域空间发展速度的差异,在空间分布上解读发展潜力和优势与危机。

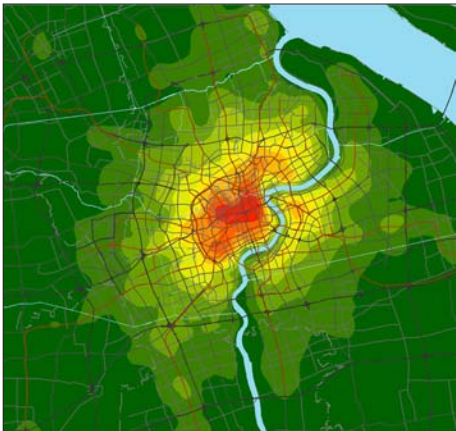


图10 公共交通模式下现状上海中心城及周边地区的交通区位分布



图11 职住关系图^①



图12 16号线开通运行后的E值分布绝对值的变化

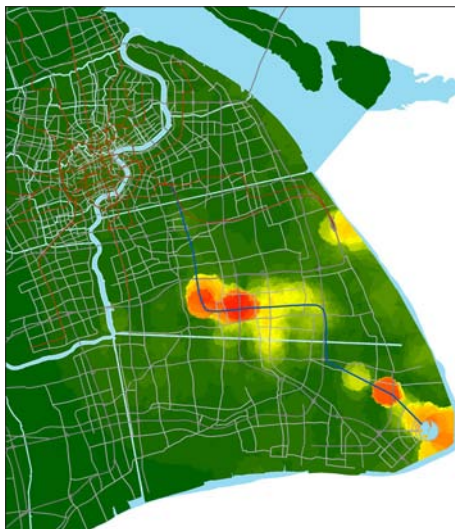


图13 16号线开通运行后的E值分布相对值的变化

4.3 进行职住关系研究的一种方法

以公共交通模式下的居住可达性A为例,也可以把A视作加入公交空间效用后的就业岗位分布,把A与居住人口分布P作比较。即,先调整A的数值,使 $\Sigma A = \Sigma P$,然后, $H = A - P$,得到图11。

这是隐含了交通效应的职住关系分析方法,可解释性更强。

4.4 对交通规划方案、交通政策进行空间效用比较分析

由于模型对交通设施的变化比较敏感,采用空间绩效评价指数E可以对不同组合的交通规划方案、交通政策进行比较,这种比较不但可

以评估总体绩效差异,也可以分析对不同区域的影响程度,是对交通设施的规划建设进行综合评估的非常有用的工具。

可以发现:轨道交通16号线开通运行后,沿线车站周边地区公共交通可达性的提高使得这些区域的区位(空间绩效)得到较大提升,这是从区位相对增长的比率反映出来的现象;而从区位提升绝对量上,16号线的开通对中心城整个公共交通系统的网络效应提升更为明显,远远大于16号线沿线地区。这是一个非常有意思的结论。

5 后续研究


交通区位测度模型的应用还有很大的拓

展空间。在应用开发的同时,模型本身还存在一些缺陷,需要在后续研究中逐步解决。

5.1 提高空间运算效率

由于运算量巨大,加上模型基础数据的维护,模型运作周期比较长,对于应用推广十分不利。后续研究需要进一步改进空间运算模型,提高效率。

5.2 开发城市预测模型

交通区位测度模型基于的数据,包括居住人口分布数据、工作岗位分布数据、交通网络,都是现状数据,因此,只能得到现状的交通区位分布,无法直接得到未来的交通区位。理论上,对设施的空间效用分析,仅适用于人口岗位变化有限的近期。因此,只有研发出能够预测未来的城市模型,交通区位测度模型才能在城市规划中得到更为广泛的应用。

参考文献 References

- [1] 夏丽萍. 上海市中心城开发强度分区研究[J]. 城市规划学刊, 2008 (Z1): 268-271.
XIA Liping. Research on Shanghai central city development intensity distribution [J]. Urban Planning Forum, 2008(Z1): 268-271.
- [2] 北京市城市规划设计研究院. 城市土地使用与交通协调发展—北京的探索与实践[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
Beijing municipal institute of city planning & design. Coordinated development of urban land use and traffic: exploration and practice in Beijing [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2009.
- [3] 许俭俭, 赵晶心. 控制性详细规划层面交通规划定位的探索[J]. 上海城市规划, 2012 (4): 29-33.
XU Jianjian, ZHAO Jingxin. Discussion on the position of transport planning on regulatory planning level [J]. Shanghai Urban Planning Review, 2012(4): 29-33.
- [4] 王继峰. 基于可达性的交通规划方法研究[D]. 北京: 清华大学博士学位论文, 2008.
WANG Jifeng. Research on traffic planning method based on accessibility [D]. Beijing: The Dissertation for Doctor Degree of Tsinghua University, 2008.

注释 ^①红色代表居住人口偏少的区域,绿色代表居住人口偏多的区域。