

【文章编号】1672-5328(2005)01-0043-04

## 居民出行生成预测方法的归纳和创新

石飞 王炜 陆建

(东南大学, 南京 210096)

**【摘要】** 现行的居民出行生成预测模型主要有生成率法、类别生成率法、回归分析法等。从实际应用的角度, 在对传统的居民出行生成预测模型进行全面和深入的分析基础上, 提出建立在城市土地利用形态基础上的总量平衡型居民生成预测新模型。逐一探讨土地利用的性质、规模、强度及区位特征对出行的影响, 并引入出行生成基本权重、用地规模、土地利用强度系数和小区区位系数作为模型的基本参数, 并给出取值方法。

**【关键词】** 出行生成预测; 土地利用; 居民出行

**【中图分类号】** U491.1+4

**【文献标识码】** A

### Improvement and Conclusion about Resident Trip Generation

SHI Fei, WANG Wei, LU Jian

(Southeast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** This paper obtains an improved model based on characteristic of land use and balance of total amount after the analysis of traditional resident trip generation models. It discusses the property, scale and intensity of land use and location. It provides several basic parameters such as trip generation basic rate, intensity coefficient, location coefficient and their value-taking method.

**Keywords:** trip generation forecast; land use; resident trip

受城市居民生产、生活活动多样性和人们出行行为心理复杂性的影响, 城市交通需求预测是一项复杂而困难的工作。生成量预测作为现今常用的传统四阶段法的第一阶段, 其预测方法的可靠程度直接影响后续三个阶段的预测精度。居民出行生成预测的常用模型有生成率模型、类别生成率模型、回归分析模型、类别回归分析模型等。通常对发生、吸引量分别进行预测, 前者以城市居民的社会经济特性为主, 后者以土地利用形态为主。近年来, 交通工程领域普遍缺乏对四阶段法第一阶段理论方法的研究。本文将较为全面地介绍传统居民生成预测过程及其优、缺点, 并提出一种基于土地利用形态的新型预测方法。

## 1 传统的发生量预测方法

### 1.1 生成率法

生成率法是依据交通小区人口和人均日出行次数确定该小区的出行发生量。日均出行次数包括上班、上学、回程、购物、就医、探亲等弹性目的的出行, 而回程目的的出行显然不属于发生量。根据南京、昆山、常州、扬州等城市的居民出行调查情况, 回程目的的出行量均占到总出行量的40%以上, 将如此巨大的出行量算作发生量无疑是错误的。此外, 某些交通小区若以公共设施、绿化用地为主, 则该片小区内的居民会相当少, 但据此推断其发生量接近于零, 也

收稿日期: 2004-10-21

基金项目: 国家杰出青年科学基金项目(59925819)

作者简介: 石飞(1978—), 男, 东南大学交通学院博士研究生。E-mail: beyondmon2@163.com

是不切实际的。因此，这种方法具有较大的漏洞。

## 1.2 类别回归分析法

类别回归分析法是分析交通生成的影响因素，将它们组合成不同的类别，对各种类别分别建立生成量与其影响因素间的回归方程，即类别回归分析模型。交通生成的影响因素包括社会政治经济发展水平，居民的职业、年龄、性别、收入，上班和上学时间制度等。因此，必须研究影响因素间的联系，以及各影响因素与交通生成的关联度，避轻就重，从而起到既能简化预测工作又能保证一定预测精度的作用。

通过现状居民出行资料，分别建立交通小区内劳动资源数与上班出行量、学生数与上学出行量、小区居住人口与弹性出行量、小区非弹性出行吸引量与回程出行量的回归方程，其算术和即为该小区的发生量<sup>[1]</sup>。但建立后的方程要想应用在规划年的出行情况上，则有较大的困难。主要问题是：

1) 规划年的小区人口分布、劳动力资源分布和学生的分布情况如何预测？比较常见的劳动力分布模型是人口系数模型： $D_i = R_i \cdot PT_i$ 。式中， $D_i$ 为规划年第*i*小区的劳动力资源数； $R_i$ 为规划年第*i*小区的劳动力比例系数； $PT_i$ 为规划年第*i*小区的人口分布量。其中， $PT_i = A_i \cdot WPT$ ，式中， $A_i$ 为规划年第*i*小区的居住吸引权； $WPT$ 为规划年的城市总人口。

以上两个公式中的 $R_i$ 和 $A_i$ 是预测工作的难点，尤其是 $A_i$ ，需收集大量资料且计算过程繁琐。只有在类似以单一产业作为发展依托的城市，如江苏仪征、辽宁鞍山，其居住人口分布是现状的有效延续情况下，依据上述公式预测的结果，精度才相对较高。

2) 小区非回程出行吸引量如何确定？小区非回程出行吸引量是指其他小区居民至研究小区的出行中，除回程目的外的所有出行。通常情况下，居住在其他小区的居民到所研究小区的出行结束后必将由所研究的小区离去，不论他去哪里都应算作是该小区的一次出行发生量，也即一次吸引量对应于一次发生量。但此部分吸引量在交通生成预测阶段无法得知，它涉及到某两个小区间的交通分布量，这已经是交通生成预测后一阶段——交通分布所研究的内容了。

## 2 传统的吸引量预测方法

常用的方法是类别生成率法，即根据现状居民

出行调查资料分别按上班、上学、弹性和回程四种目的，按吸引主体——就业岗位、就学岗位、小区人口等计算吸引率，再依据城市就业、就学岗位数的分布，计算得出各交通小区的出行吸引量。就业、就学岗位分布是预测中的难点和重点，就业、就学岗位在各交通区的分布直接关系到交通吸引点的数量及其空间分布。以就业岗位预测为例，各行业就业岗位的总量可用如下简化模型预测：

$$E_i = E_{\text{总}} \cdot \frac{E_i^{(0)} \cdot R_i}{\sum_i E_i^{(0)} \cdot R_i} ,$$

式中， $E_i$ 为预测特征年第*i*产业就业岗位数( $i = 1, 2, 3$ )； $E_{\text{总}}$ 为预测特征年就业总岗位数； $E_i^{(0)}$ 为现状第*i*产业就业岗位数； $R_i^{(0)}$ 为现状第*i*产业的产业结构比例； $R_i$ 为预测特征年第*i*产业的产业结构比例。

影响就业岗位空间分布的因素很多，其中最主要的是产业布局、土地利用性质和小区区位等级。因此，就业岗位分布预测模型应充分考虑上述因素。可是，经典模型无论是Lowry模型还是Gravity模型都不能很好地反映这一基本要求<sup>[2]</sup>，从而出现了许多教科书中描述的，根据某行业就业岗位总数和小区就业岗位吸引权确定就业岗位分布的方法。可以看到，这种方法从理论上是可行的，但由于主观因素过多和基本数据的缺乏使得模型的实用性较差，导致以类别吸引率法为基础的预测工作难以深入进行下去。

## 3 传统方法的优、缺点

### 3.1 传统发生、吸引量预测方法的优点

传统方法的最大优点就是严格从出行的主体——人着手研究(尤其是发生量预测)，从出行主体的特征角度研究其与出行量的关系，概念清晰，目标明确。

### 3.2 传统发生、吸引量预测方法的弊病

1) 发生、吸引量预测方法不一，造成理论上两者的数量保持高度一致的情况在实际工作中难以体现，往往对后续的交通分布预测产生影响。

2) 各种出行生成相关因素(劳动力、学生数分布，就业、就学岗位分布等)的预测工作繁琐，需要的基础资料过多，在基础数据匮乏的情况下，预测精度不高。

3) 不能充分反映各交通小区的特点, 对于出行生成的重要影响因素——土地利用强度、小区区位等缺乏相应的研究。

4) 缺乏土地利用形态对出行生成的研究, 没有体现出行生成相关因素与出行最基本的条件之一——土地利用间的密切联系。

## 4 基于土地利用形态的生成预测法

鉴于以上分析, 下文拟就土地利用与出行的关系建立一种基于土地利用形态的生成预测方法。

### 4.1 理论基础——土地利用形态

人们一直在思考交通的根源, 思考产生交通这类现象最根本的原因。交通出行必须具有三个基本属性<sup>[3]</sup>: 每次出行有起迄两个端点; 每次出行有一定目的; 每次出行采用一种或几种交通方式。具有两个起迄点是出行的基本特征, 采用若干种交通方式, 是出行所采用的基本工具, 由这两点还难以看出出行生成的根源。而根据出行的第二个属性——出行是有目的的行为, 有目的的出行必须是建立在存在能够承载一定活动能力的土地基础上, 它涉及土地利用的性质、规模、强度、混合程度等等。相对应的, 决定交通量大小、性质、时空分布状况的也就是土地利用形态。

客观上, 出行生成应当包括出行发生和出行吸引, 将两者分别进行预测在理论上是正确的。但比较棘手的问题是, 所使用的预测模型不一, 精度不一, 结果差异较大, 与发生、吸引量高度一致的理论截然相反, 两组数据的优劣性难以评判。因此, 提出简化过去的发生、吸引量均需预测的过程, 而由土地利用形态出发, 直接预测出行生成量。

### 4.2 基于土地利用形态的居民出行生成预测

土地利用规模、性质、强度是决定出行生成的主导因素, 同时还必须考虑的一个因素是小区区位。土地利用的强度、小区区位虽与出行生成量成正比关系, 但难以直接衡量生成量大小, 无法直接计算各小区的出行量, 故采用总量平衡来确定各交通小区的出行量是基于土地利用形态的生成预测法的基本思路。即宏观上确定整座城市总的居民出行量  $G = T_u \times K_u$ 。式中,  $T_u$  为规划的城市居民总量;  $K_u$  为规划年居民人均日出行次数。规划人口规模取自城市的总体规划,

规划年人均日出行次数视现状居民日出行次数和城市社会经济发展水平而定。

微观上, 根据不同性质用地的规模、各类用地出行生成基本权重、土地利用强度和小区区位, 确定各交通小区的出行生成权:

$$k_i = \sum_j K_j S_{ij} M_j Q_i,$$

式中,  $k_i$  为第  $i$  个交通小区的出行生成权;  $K_j$  为第  $j$  类性质用地的出行生成基本权重;  $S_{ij}$  为第  $i$  个交通小区第  $j$  类性质用地的规模;  $M_j$  为第  $i$  个交通小区第  $j$  类性质土地的利用强度;  $Q_i$  为第  $i$  个交通小区的区位系数。则第  $i$  个交通小区的出行生成量  $G_i$  为:

$$G_i = G \cdot k_i / \sum_i k_i.$$

### 4.3 出行生成影响因素的确定方法

#### 1) 第 $j$ 类性质用地的出行生成基本权重 $K_j$

根据建设部批准的《城市用地分类与规划建设用地标准》(GBJ137—90), 我国城市用地共分 10 大类, 46 中类, 73 小类。通常只考虑 10 大类用地, 即居住用地(R)、公共设施用地(C)、工业用地(M)、仓储用地(W)、对外交通用地(T)、道路广场用地(S)、市政公共设施用地(U)、绿地(G)、特殊用地(D)、水域和其他用地(E)。每种土地使用类型产生的交通, 是它在社会与经济功能上所起作用的反映。各类用地对出行的吸引作用(或发生作用)相差较大, 区别用地性质是交通生成预测模型的基础。

由现状各交通小区出行量数据和各类用地规模的资料, 通过多元回归分析或采用灰色经济计量学模型可获得各类用地单位面积的吸引量, 单位化后得到各类用地的出行吸引权重。由于特殊用地(D)和水域及其他用地(E)对交通需求影响甚微, 可归为常数项或忽略不计。对外交通用地(T)与其他用地的出行机理有较大差异, 故应单独分析。

#### 2) 第 $i$ 个交通小区第 $j$ 类性质用地的规模 $S_{ij}$

城市总体规划是城市交通规划的前提, 城市总体规划中的土地利用规划提供了各类用地的规模和分布情况。

#### 3) 第 $i$ 个交通小区第 $j$ 类性质土地的利用强度 $M_j$

各交通小区各类用地的土地利用强度不尽相同, 土地利用强度越高, 社会经济活动越强, 交通需求就越大。土地利用强度通常受政策导向、地理特征、交

通设施等的影响,表现为建筑设施的紧密程度和高低状况。出行生成基本权重并没有反映土地利用强度的特性,因此在进行出行预测的同时,需充分考虑土地利用强度对交通生成的影响。

在此引入城市规划中“容积率”的概念。容积率是城市土地开发强度控制的重要技术经济指标,又称建筑面积密度,指一片城市开发用地内建筑面积与用地面积之比<sup>[4]</sup>。它反映城市土地利用的强度,容积率越高,土地开发强度越大。描述容积率的基本单位是地块,虽然交通小区和城市规划中地块的划分标准不一,但一个地块总是隶属于或包含于某个交通小区,通常一个交通小区的面积远大于地块面积。在此前提下,可以取该交通小区各类用地容积率的加权平均值作为土地利用强度系数,参与到出行生成的预测工作。

#### 4) 第*i*个交通小区的区位系数 $Q_i$

城市土地的优势主要取决于土地的区位特征,区位特征是由所处位置经济效益的集聚、交通便利程度、基础设施和环境质量的好坏等因素构成。土地的区位差异会影响社会的经济活动量,从而形成不同的级差效益。

由于出行会受交通小区所处区位的较大影响,因此,引入反映交通小区所处区位的区位系数。根据各交通小区所处区位,将交通小区分成若干区域,如中心区、中间区和外围区三种区域。通过比较不同区域交通小区的实际出行生成权重与根据所有小区回归的基本权重,可确定不同区位交通小区的区位系数<sup>[1]</sup>。

#### 4.4 特殊用地的出行生成预测

某些特定地点(如机场、港口、火车站、汽车站等)产生的交通量具有一定的特殊性,应与其他用地区分开来单独考虑,可以采用城市规划中对外交通设施规模和旅客周转量的预测结果。

#### 4.5 几类出行生成预测方法的共性

1) 本质上,以上几类预测模型的研究角度都是从土地利用出发。不同点在于,传统方法过多地注重了出行生成的相关因素,却忽视了这些相关因素源于土地利用。直接利用城市规划中土地利用形态相关数据必然大大提高预测精度,减轻预测工作的繁琐程度。

2) 现状居民出行调查资料是任何一种出行生成

预测方法最基础的、最重要的数据。离开了居民出行调查资料,任何方法的预测工作都无法进行。

3) 所有的预测方法都是在现状调查获取的居民出行特征基础上研究规划年的出行量,即假设现状和未来居民的出行特征趋于一致。

## 5 结语

基于土地利用形态的生成预测法抓住了出行产生的根源,避免了传统方法中预测出行生成相关因素,出行生成与土地利用间接发生联系的复杂的工作流程,体现出了城市交通规划与城市总体规划紧密、有效的结合。以土地利用规划中的数据作为生成预测的基础资料,提高了工作效率和预测精度,并最大程度地反映了实际的出行量大小。采用“容积率”作为衡量土地利用强度的指标,提高了预测的合理性和可信度。基于土地利用形态的预测方法在蚌埠、常州、太仓等城市的居民出行生成预测工作中得到了应用,模型对影响出行生成的土地利用强度、小区区位特征的变化较为敏感,具有较强的预测能力。

交通规划不能脱离城市的土地利用规划,这就要求在交通规划过程中有科学的理论体系作依据,以土地利用形态作为出行预测的基础,使规划满足未来的交通需求<sup>[5]</sup>。同时,随着信息化时代的到来,上班、上学时间制度的改变,出行生成量还会发生变化,这就要求交通规划者们应紧密结合社会发展,密切关注影响出行产生的相关制度因素,及时修正生成预测模型,使其更加贴近于实际。

#### 参考文献

- 1 王炜,徐吉谦,杨涛,等.城市交通规划及其应用[M].南京:东南大学出版社,1998.46~47
- 2 武汉建筑材料工业学院等.城市道路与交通[M].北京:中国建筑工业出版社,1981.24~34
- 3 王炜,过秀成,等.交通工程学[M].南京:东南大学出版社,2000.71~72
- 4 江景波,华楠.城市土地利用总体规划——方法、模型、应用[M].上海:同济大学出版社,1997.26~41
- 5 肖秋生,徐慰慈.城市交通规划论[M].北京:人民交通出版社,1990.248~249