

考虑轨道交通布局的城市客运方式划分研究

A Study on Passenger Travel Mode Splitting in Considering Urban Rail Transit Systems

胡希元¹ 王华荣² 李晓明³

1. 交通部科学研究院交通信息中心, 北京 100029; 2. 南京工业大学土木工程学院, 南京 210009; 3. 中国城市规划设计研究院, 北京 100044)
HU Xiyuan¹, WANG Huarong², LI Xiaoming³

(1.China Academy of Transportation Sciences, Transportation Information Center, Beijing 100029, China; 2. College of Civil Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China; 3. China Academy of Urban Planning and Design, Beijing 100044, China)

摘要: 针对我国城市轨道交通网络覆盖率低的特点, 提出采用网络标识确定轨道交通的空间布局。鉴于集计和非集计方式划分模型在实际应用中所存在的问题, 综合考虑了各种交通方式的特点及运输网络的连通程度, 建立了基于路线选择模型、轨道交通线网布局的客运交通方式划分模型。应用结果表明, 该模型综合考虑了居民出行路线选择的影响, 从而能够较好地解决我国城市客运方式划分问题。

Abstract: With regard to a low coverage ratio of urban rail transit systems in cities of China, this paper suggests using network marks to determine the spatial layout of rail transit systems. In view of problems existing in aggregate and disaggregate models, and considering the characteristics of various travel modes and their interconnections, this paper proposes a passenger travel mode-splitting model which is based on route choice models and urban transit system layout. Application cases show that this method can be promising in solving problems pertaining to passenger travel mode splitting in terms of considering the influence of route choice for personal trips.

关键词: 方式划分; 网络标识; 城市轨道交通

Key words: mode split; network marks; urban rail transit

中图分类号: U491 文献标识码: A

收稿日期: 2005-05-24

作者简介: 胡希元, 男, 硕士, 交通部科学研究院研究实习员。主要研究方向: 交通规划。

E-mail: huxiyuan@catsic.com

0 引言

城市交通规划中的方式划分是交通需求预测的重要组成部分, 其模型的预测精度直接影响到交通需求分析的结果^[1]。合理、客观的交通方式划分预测能够为优化城市未来交通运输结构提供科学的决策依据^[2]。

国外学者早期主要从集计的角度研究交通方式划分的问题, 20世纪50年代发展起来的PugetSound分类预测模型是美国最早的交通方式分担率预测模型之一^[3]。20世纪60年代, 很多学者提出了“转移曲线法(shift curve method)”, 该方法在20世纪六七十年代得到了广泛的应用。美国、英国、加拿大等国都有成套的城市公共交通与私人交通的转移曲线^[4-5]。20世纪70年代以来, 以McFadden为代表的一批学者引入了经济学中的效用理论, 并以概率论为基础, 从非集计的角度对方式划分问题展开了研究^[6]。

无论是集计还是非集计的方式划分模型, 都是从宏观上研究各交通方式的比例结构, 无法考虑各交通方式的空间布局及可利用程度问题。轨道交通是未来城市客运交通结构的主体, 但是我国大城市的轨道交通目前还没有形成便利的运输网络。现有的方式划分模型无法考虑轨道交通网络覆盖程度的影响, 不能对客运方式准确地作出预测。因此, 本文提出了考虑轨道交通布局的客运交通方式划分方法。

1 基本思想

与发达国家相比, 我国地铁、轻轨交通方式起步较晚, 很多城市没有, 即使北京、上海等经济发达、地位重要的特大城市,

地铁和轻轨交通方式也没有形成发达的连通网络。与此类似,其他目前没有地铁或轻轨的城市,其规划的地铁、轻轨线路初期也以线段或环状的单线形式出现。对于地铁和轻轨方式,其出行比重只能由其线网连通交通区间的OD出行量决定,因此,轨道交通布局对其承担的出行比重具有决定性作用。

为了有效考虑城市交通网络中的轨道交通布局,解决城市中的地铁、轻轨等方式划分问题,本文研究的基本思路是将全方式的出行OD量采用交通分配法进行交通方式划分计算,通过各OD点对间的出行路线选择,计算出各路径上的交通阻抗值及各条路径的分配权重。通过效用函数调用各出行路线上的阻抗值,计算各交通方式的广义效用,并以计算的广义效用为控制指标,确定每条路径各交通方式的出行分担率。综合考虑区间各出行路径上的方式分担比例及路径分配权重,并对其积累求和,可得到交通区间各交通方式的出行比重。通过各个区间不同交通方式的出行量计算,得到交通区间各交通方式的出行量。

2 模型假定与网络标识

2.1 基本假定

① 每个OD点对间的出行只进行一次方式选择,不包括步行—公交车、公交车—地铁等组合交通方式选择;

② 公交线网连通各个交通小区,且从各交通小区到公交站的时间相同;

③ 根据现状调查数据确定对应的城市步行和自行车的最大出行距离,当区间出行距离大于调查的步行和自行车的最大出行距离时,则认为步行和自行车的相应出行比重为0。

2.2 网络标识

为了表示各交通区出行时的地铁或轻轨交通方式的可利用程度,需要在整个交通网络上进行地铁、轻轨线路的特殊标识,以表明能够决定地铁和轻轨有权参与方式划分的OD点对范围。

用有向图 $G(N,L)$ 表示城市交通网络,其中 N 为网络节点集合(即交叉口或交通小区质心), L 为有向弧集

合(即路段)。为了标识地铁或轻轨线路的连通程度,引入0-1变量,当 $\theta=1$ 时,表明有向弧具有供轨道交通方式选择的权利,但是只有当OD点对间出行路线的所有有向弧都具备 $\theta=1$ 时,OD点对间才能进行轨道交通方式选择。

3 模型基本形式及程序设计方法

3.1 出行路线选择模型

城市道路网是一个复杂的相互连通的运输网,一对起始、终止节点之间的出行路径有多条。尽管出行者在交通区内分散就近出行,但是一对起迄点的有效出行路径是确定的,一般是8~10条,一对起迄点之间的最短路线只有1条。

在大型网络中,网络错综复杂,人直接参与路径的确定是比较困难的。本文采用通过反复迭代寻找OD对之间的有效路径的启发式方法,将OD点对之间的有效路径列出来,然后以各路径的交通阻抗为指标计算各出行路径的选择概率。有效路径概率选择模型的基本形式为:

$$P(r,s,k) = \frac{\exp\left(-\frac{\theta r(k)}{\bar{r}}\right)}{\sum_{i=1}^m \exp\left(-\frac{\theta r(i)}{\bar{r}}\right)}, \quad (1)$$

式中, $P(r,s,k)$ 为交通区 r 与交通区 s 间的OD量在第 k 条路径上的分配率; $r(k)$ 为第 k 条路径上的出行路权(行驶距离); \bar{r} 为各出行路径上的平均出行路权(行驶距离); m 为有效出行路线数; θ 为路径选择置信参数。

θ 为无量纲参数,它反映了出行者在选择路径时造成路权大小判断误差的程度。由于在分配模型中采用了相对路权($r(k)/\bar{r}$),故参数 θ 的变化范围相当稳定,仅与可供选择的出行路线数目有关。对于通常的城市交通网络, θ 取3.00~3.50。

3.2 路线出行方式计算

决定出行者各路线上交通方式选择的主要因素有:出行者的社会经济特征、出行特征、各种交通方式的特征等。按照宏观交通方式划分预测的Logit概率模型,假定对各种交通方式的选择是以各种方式的广义效用为基础,以一定的概率关系构造的,其函数形

式为：

$$P(k,i) = \frac{\exp(-\sigma C(i,k))}{\sum_{j=1}^n \exp(-\sigma C(j,k))} \quad (2)$$

式中， $P(k,i)$ 为第 k 条路线上第 i 种方式的分担率； $C(i,k)$ 为第 k 条路线上第 i 种方式的广义效用； $C(j,k)$ 为第 k 条路线上第 j 种方式的广义效用； n 为交通方式的数目； σ 为轨道交通布局连通度系数，当 $\sigma=1$ 时，表示出行路线上有轨道交通方式可供选择。

3.3 区间出行方式计算

根据有效概率选择模型获得交通区间各路径的分配权重及采用Logit模型获得每条出行路线上的方式分担比重后，综合考虑二者关系，对其积求和，即可得到对应交通区的方式划分比重。因此，交通区间的交通方式计算模型：

$$P(r,s,i) = \sum_{k=1}^m P(r,s,k) \cdot P(k,i) \quad (3)$$

式中， $P(r,s,i)$ 为交通区 r 与交通区 s 间的第 i 种方式的分担率； $P(r,s,k)$ 为交通区 r 与交通区 s 间的OD量在第 k 条路径上的分配率； $P(k,i)$ 为第 k 条路线上第 i 种方式的分担率； m 为交通区 r 与交通区 s 间有效出行路线总数。

3.4 模型程序设计方法

- ① 初始化路网，输入网络几何信息表、路权表及全方式OD表；
- ② 计算各节点间的最短路权，并令 i 等于出行起点号 r ；
- ③ 判断节点 i 的有效路段及有效出行路线 k ；
- ④ 计算有效路段 $[i,j]$ 的边权 $L_w[i,j]$ ；
- ⑤ 判断是否已到出行终点 s ：若到达终点则以某一有效路段终点 j 代替 i ，否则返回②；
- ⑥ 计算有效出行路线的边权 L_k ；
- ⑦ 计算有效出行路线的OD量分配率；
- ⑧ 对有效出行路线的 σ 进行判断，计算有效出行路线的各交通方式分担率；
- ⑨ 计算OD对间的方式分担率；
- ⑩ 判断是否是最后一OD点对：若是最后一OD点对则停止计算，否则，返回步骤②。

4 模型应用

某区域分为3个交通区，交通网络中有8条路段连接5个节点。各路段都允许步行、自行车、公交车、私家车、出租汽车交通方式出行，且节点1与节点2的路段

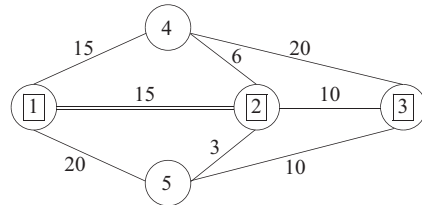


图1 交通区与交通网络结构
Fig.1 Traffic zone and traffic network structure

表1 交通区间路线分配率表

Tab.1 Assignment probabilities of trip routes in traffic zones

交通区	出行线路	路权	分配率 /%
1-2	1-4-2	21	22.66
	1-2	15	61.06
	1-5-2	23	16.28
1-3	1-4-3	35	12.01
	1-4-2-3	31	18.31
	1-2-3	25	34.49
	1-5-2-3	33	14.84
	1-5-3	30	20.35
2-3	2-3	10	62.82
	2-4-3	26	2.60
	2-5-3	13	34.58

表2 区间出行路线方式分担率表 %

Tab.2 Mode split probabilities of traffic zones

出行路线	步行	公交车	私家车	轻轨
1-4-2	35.83	56.31	7.86	0
1-2	26.66	51.45	7.65	14.24
1-5-2	36.71	55.62	7.67	0
1-4-3	39.52	53.44	7.04	0
1-4-2-3	38.88	53.94	7.18	0
1-2-3	37.41	55.07	7.52	0
1-5-2-3	39.22	53.67	7.11	0
1-5-3	38.68	54.09	7.23	0
2-3	18.41	69.83	11.76	0
2-4-3	37.72	54.84	7.44	0
2-5-3	27.92	62.45	9.65	0

表3 交通区间各方式分担率表 %

出行路线	步行	公交车	私家车	轻轨
1-2	30.37	53.23	7.71	8.69
1-3	38.46	54.26	7.28	0
2-3	22.20	66.88	10.92	0

(图1中1、2节点间的双线路段)允许轨道交通方式出行。各路段的路权如图1所示。

4.1 区间路线分配率计算

根据多路径交通分配模型计算出交通区间各出行路线的分配率,具体见表1。

4.2 区间交通方式分担率计算

根据式(2)及各交通方式与路权的效用关系,计算各条出行路线不同交通方式分担率,如表2所示。

应用式(3)进行计算,得到交通区各方式的出行分担率,如表3所示。

5 结语

交通方式划分预测是进行城市交通结构优化的重

要依据。本文针对轨道线网不能覆盖所有运输网络问题,提出了考虑轨道交通布局的交通方式研究方法。该方法通过有向弧网络标识来确定城市轨道交通网络的空间布局,并综合考虑居民出行路线选择的影响,确定区间各交通方式的出行比例。此法简单明了,能够较好地解决我国城市客运方式划分问题。

参考文献

- 1 裴玉龙, 马骥, 盖春英. 交通规划与路网规划 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2003.125~131
- 2 金安, 毛保华. 交通方式选择模型与应用研究 [J]. 内蒙古公路与运输, 1997, (1): 33~35
- 3 王正. 广义 Logit 交通方式划分预测方法 [J]. 同济大学学报, 1999, 24 (4): 34~39
- 4 Denis Bolduc. A practical technique to estimate multinomial probit models in transportation [J]. Transportation Research Part B, 1999, 33 (1): 63~79
- 5 Daganzo, C. F. Multinomial Probit: The Theory and its Applications to demand forecasting [M]. New York: Academic Press, 1979.346~350
- 6 Joffre Swait. Choice set generation within the generalized extreme value family of discrete choice models [J]. Transportation Research Part B, 2001, 35 (8): 643~666

2006年江苏省城市交通规划培训在南京成功举办

为实现江苏省城乡规划全覆盖的目标,进一步推进城市综合交通规划编制工作,提高全省城市交通规划从业人员的业务水平,江苏省建设厅、江苏省城市规委会城市交通专业委员会于3月31日至4月4日在南京市举办了2006年江苏省城市交通规划培训。本次培训是江苏省建设厅继2005年度成功举办全省城市交通规划培训后又一次面向全省城市交通规划管理干部及技术人员举办的集中培训。南京市交通规划研究所有限责任公司再次承办了本次培训任务。

培训内容包括:欧洲城市交通发展经验及对江苏城市交通发展启示,江苏省城市综合交通规划导则,

香港的城市交通规划编制管理和实践经验,长三角一体化发展与区域综合交通体系规划,城市综合交通调查方法及分析技术,城市道路网规划与城市道路工程设计,城市公共交通、轨道交通规划与设计案例,城市停车发展规划,城市综合交通规划实例解析等。

来自省内各市、县的70多名学员参加本次培训,学员们反响热烈,纷纷表示受益匪浅,并要求省建设厅及城市规委会能更多地举办类似的培训,以提高各地规划管理、编制单位人员素质,也为地方继续教育做出贡献。

南京市交通规划研究所有限责任公司