

# 中心城区机动车停车泊位需求预测框架

A Framework for CBD Parking Demand Forecasting

冉江宇, 过秀成, 陈永茂

(东南大学交通学院, 江苏 南京 210096)

RAN Jiang-yu, GUO Xiu-cheng, CHEN Yong-mao

(Transportation College of Southeast University, Nanjing Jiangsu 210096, China)

**摘要:** 在回顾已有停车需求预测方法的基础上,对泊位供给和需求重新进行分类,明确了中心城区停车泊位需求预测的重点。着重探讨了交通政策、泊位共享策略两个因素对停车需求的影响,明确了二者在停车需求预测流程中的作用。结合综合交通规划预测数据,最终形成中心城区停车泊位需求预测框架。以南京市中心城区公共停车场为例,运用这一思路对其泊位需求进行预测,得到不同分区的公共停车场和配建停车场泊位需求数量。

**Abstract:** Through a review of the existing methodology for parking demand forecasting, this paper clarifies the keynotes for parking demand forecasting in a central business district (CBD) based on a new classification of parking supply and demand. The paper stresses the influences of transportation policies and parking-space-sharing strategies on parking demand, and identifies their functions in the parking demand forecasting process. A framework is established to forecast CBD parking demand with comprehensive transportation planning and forecasting data. As an example, the framework is applied to CDB parking demand forecasting in Nanjing, yielding future parking space numbers for public and affiliated parking facilities in different areas.

**关键词:** 交通规划; 停车规划; 泊位需求预测; 框架; 交通政策; 停车共享策略

**Keywords:** transportation planning; parking planning; parking demand forecasting; framework; transportation policies; parking-space-sharing strategies

中图分类号: U491.7 文献标识码: A

收稿日期: 2009-04-15

作者简介:冉江宇(1985—),男,江苏扬州人,博士研究生,主要研究方向:交通需求预测、停车规划与管理。

E-mail:jaredhaha@163.com

随着城市人口规模的增加、机动车数量的快速增长,城市停车供需矛盾逐渐凸显。从市域范围看,停车供需矛盾在中心城区表现得尤为明显<sup>[1-2]</sup>,其原因是:中心城区的交通吸引强度居高不下、配建指标体系的更新滞后<sup>[3]</sup>、公共停车场用地预留缺乏保障、停车管理松懈等等。为缓解中心城区的机动车停车泊位供需矛盾,需要综合考虑政策、管理、收费价格、出行规律、停放规律等影响因素,在准确预测泊位需求的基础上进行规划,为城市公共停车场用地的预留和建筑物停车泊位的配建指标提供依据。本文在借鉴国内外相关研究成果的基础上提出预测框架,明确影响泊位需求的主要因素在预测流程中的作用。

## 1 停车需求预测方法研究回顾

国内外普遍采用的停车需求预测方法以集计类为主<sup>[4]</sup>,其中较成熟的方法有用地生成率法、回归分析法和出行吸引模型法。

用地生成率法根据不同性质的用地对应独特的停车特性,通过对典型建筑物进行调查,建立用地指标与停车需求的关系。国内各城市目前还没有针对停车特性调查资料建立起统一的数据库,各研究单位内部的数据也缺乏共享,因此不具备运用该类方法的基础。此外,用地生成率法仅仅针对单一性质的土地有效,而中心城区土地多功能开发的现象较为普遍,

因此较难找到合适的用地指标与停车需求相对应。

回归分析法认为停车需求总量与区域的社会经济指标间存在密切的关系,根据相关变量若干年的历史资料,利用回归分析计算出各变量的回归系数值,并进行统计检验。通过预测各相关变量的未来值,即可得到未来各区域的停车需求总量。我国城市目前均处于快速发展阶段,基础资料并不完备,这给模型中各相关变量预测值的确定带来了困难。同时,国内城市各行政部门的统计资料均以行政区划为单位,因此该方法只能预测宏观区域范围内的停车泊位需求,预测结果较为宽泛。

国内部分教材中推荐的静态交通发生率法将用地生成率法和回归分析法相结合,在一定程度上发挥了两种预测思路的优势,避免了前者对用地单一性的要求以及后者参数资料较难获取的局限。但该方法中因变量为某分区日停车泊位需求量,实际操作中,往往由于分区边界外围停车场的对外开放、停车收费价格设置的不合理以及城市内停车管制的松懈导致变量较难确定。

出行吸引模型法考虑了区域停车泊位需求量与该区域的机动车吸引量之间具有较高的相关性,两变量间仅需通过停车周转率和利用率进行换算<sup>[5]</sup>。机动车吸引量可通过“四阶段”预测法的前三个阶段获取,停车周转率和利用率等特征参数可通过典型停车场调查获得,因此该方法具有较强的可行性。该类模型的缺陷是未考虑停车高峰时段以及停车泊位的使用权问题,在实际应用中略显粗糙。

## 2 停车需求分类

本文以私人小汽车和单位车的停车泊位需求为预测目标,按服务对象将中心城区的停车泊位划分为四类:1)保有停车泊位,主要供中心城区内部的车辆停放;2)上班出行停车泊位,主要为以上班出行为目的的车辆提供服务;3)弹性出行停车泊位,主要为以弹性出行为目的的车辆提供服务;4)共享停车泊位,将上述三类泊位的功能进行混合,但数量上与前三类泊位需求不存在重叠。

城市停车需求包括车辆保有需求和车辆出行停放需求两部分<sup>[6]</sup>,前者通过相关统计数据可以推算,而后者的停车情况较为复杂,国内诸多文献对其分类不一。本文在上述泊位分类的基础上,借鉴“四阶段”预测思路,将研究区域划分成若干交通小区,各交通小区吸引的机动车出行包括三类:1)小区内保有的私人小汽车和单位车的回程出行;2)小区内各建筑物吸引的以上班为目的的出行;3)小区内各建筑物吸引的以弹性活动为目的的出行。第一类出行主要使用保有停车泊位,第二类出行通常有专用泊位或车辆停放时间较长,这两类机动车出行停车泊位的数量基本不受泊位周转率的影响。所以,交通小区的停车泊位需求预测应以第三类出行为主。

按照弹性出行的范围不同,第三类出行可划分为:1)中心城区范围内的机动车弹性出行;2)市域内周边片区进入中心城区的机动车弹性出行;3)市域外围片区进入中心城区的机动车弹性出行。其中,第一类弹性出行可通过居民出行调查资料推算,第三类弹性出行可通过中心城区主要对外出入口机动车抽样调查资料推算,而第二类弹性出行的预测方法需要根据目标年市域内周边片区与中心城区的关系来决定。

## 3 停车需求影响因素

影响停车需求的因素包括用地布局、社会发展状况、汽车产业发展政策、交通发展引导性策略等等。本文重点对交通政策和泊位共享策略两个因素进行探讨。

### 3.1 交通政策

弹性出行中机动车分担比例与宏观交通政策存在密切关系。影响停车需求的政策主要包括:

1) 改变出行方式竞争力的政策。

我国近年制定了“公交优先发展”战略。宏观层面,不同类型的公交线网不仅覆盖范围日益扩大,且线路和场站的布设逐渐形成统一的系统,线路间换乘也向“无缝化”方向发展;微观层面,道路布设公交专用车道,交叉口公交车辆优先通行,公交票价下调,发车频率提高,车厢

条件改善等等。这些改变在一定程度上提高了公共汽车的出行比例, 影响了私人小汽车的使用量。

2) 减少机动车出行的政策。

北京市近期实施的车牌尾号通行规则, 有效减少了私人小汽车和单位车的出行量。2009年1月1日颁布实施的“成品油税费改革”措施体现了“多用多消费”的收费宗旨, 在一定程度上引导机动车出行向其他方式转变。

3) 停车分区政策。

包括在中心城区内的核心区域设置停车收费下限, 通过经济杠杆减少进入核心区域的交通量, 或者通过减少核心区域的泊位供给量改变常住居民进入核心区的出行方式等。

上述交通政策的影响可在“方式划分”阶段考虑, 前两类政策主要影响出行方式结构的宏观比例, 第三类政策影响小区层面的出行方式结构。由于外围片区对中心城区的停车分区政策了解甚少, 因此第三类交通政策将主要影响中心城区内或市域范围内的出行方式选择。实际预测时, 可以将机动车出行OD预测分为两个步骤: 1)

充分考虑前两类政策, 不考虑第三类政策的影响, 拟定工作出行和弹性出行中机动车出行的比例区间, 利用转移曲线法得到初始的机动车上班出行OD表和弹性出行OD表; 2)考虑停车分区政策的影响, 机动车出行方式将会向公共交通或停车换乘(P+R)方式转移。由于未来各分区的停车政策及实施力度对机动车出行的影响不确定, 因此需要对私人小汽车、单位车驾驶人进行停车收费、泊位供给信息发布和执法力度等方面的意向调查, 以此确定转移比例。方式划分矩阵转移见图1, 表中斜线部分所在各列为受停车分区政策影响较为显著的区域, 其中上半部分表示到达该区域的小汽车出行向停车换乘枢纽所在的交通小区转移, 下半部分表示到达该区域的出行方式由小汽车转为公共交通(含出租汽车)。

假设某种方式的出行成本过高不会对全方式OD矩阵产生影响, 只会改变各出行方式矩阵的元素值。将转移前、后的机动车OD矩阵之差定义为机动车OD转移阵 $Z$ , 同理定义公共汽车OD转移阵 $Z_b$ 和出租汽车OD转移阵 $Z_r$ , 则有

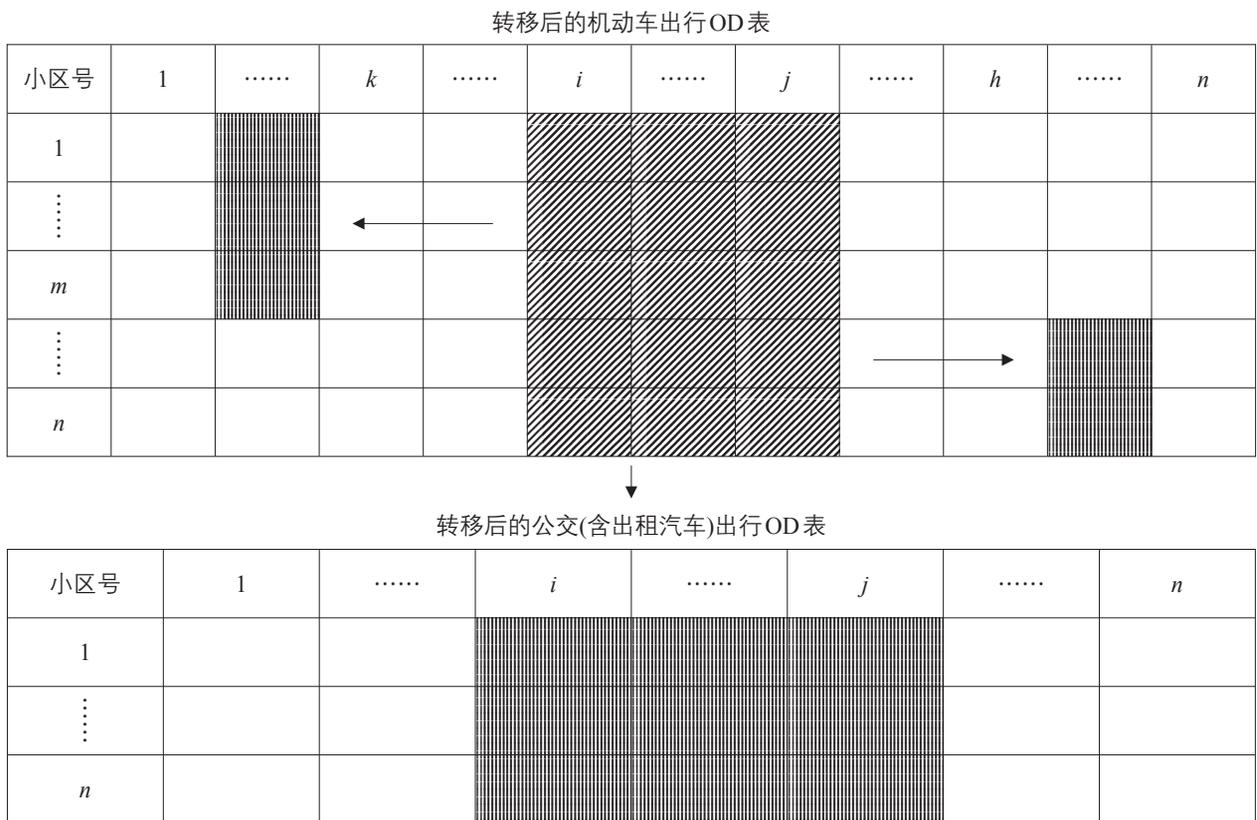


图1 方式划分矩阵转移示意图  
Fig.1 Matrix transfer during modal split

$\Sigma(Z_{vi}>0)=-\Sigma(Z_{vi}<0)-\Sigma(Z_{vi}<0)-\Sigma(Z_{vi}<0)$ ,  
 式中： $\Sigma(Z_{vi}>0)$ 为机动车转移阵第*i*行元素中大于0的元素之和，其他符号同理。

### 3.2 泊位共享策略

实施停车泊位共享策略是解决中心城区混合用地停车矛盾的途径之一<sup>[7]</sup>。停车泊位共享策略，就是利用停车高峰需求量发生时段的不同，引导不同用地建筑物共用同一停车场，以减少泊位供给，提高泊位利用效率。图2为南京市主城区典型建筑物——综合性酒店和医院的车辆到达曲线图。医院的停车需求集中在9:00—11:00和14:00—17:00两个时段，中午和晚上的停车需求量较小；酒店的停车需求高峰则出现在17:30以后，停车高峰时段不同。但综合性酒店兼有提供会议场所的功能，通常在上下午也会出现一股高

峰，与医院白天的高峰进行叠加，致使总停车需求的高峰时段出现在白天。停车需求预测需要对可能实施停车泊位共享的用地进行停车分析曲线的叠加，据此求出综合的周转率、利用率等指标。

理论上，保有停车泊位、上班出行停车泊位、弹性出行停车泊位之间均可实现共享，但实际操作中还需得到规划区域泊位拥有者或经营者的认可，因此有必要进行相应的意向调研。表1为高峰时段共享停车场类型。将各栏不同用地进行两两组合，形成多种共享类型，在中心城区不同行政区划范围内对不同共享类型的可实施性进行问卷调查。调查对象包括停车场经营者、停车泊位拥有者以及政府相关部门，调研结果根据调查对象的不同进行加权平均，用于共享泊位的需求预测。意向调查结果表述为矩阵形式(见表2)，其中 $P_{ij}$ 为行政区*i*内第*j*种共享停车场的接

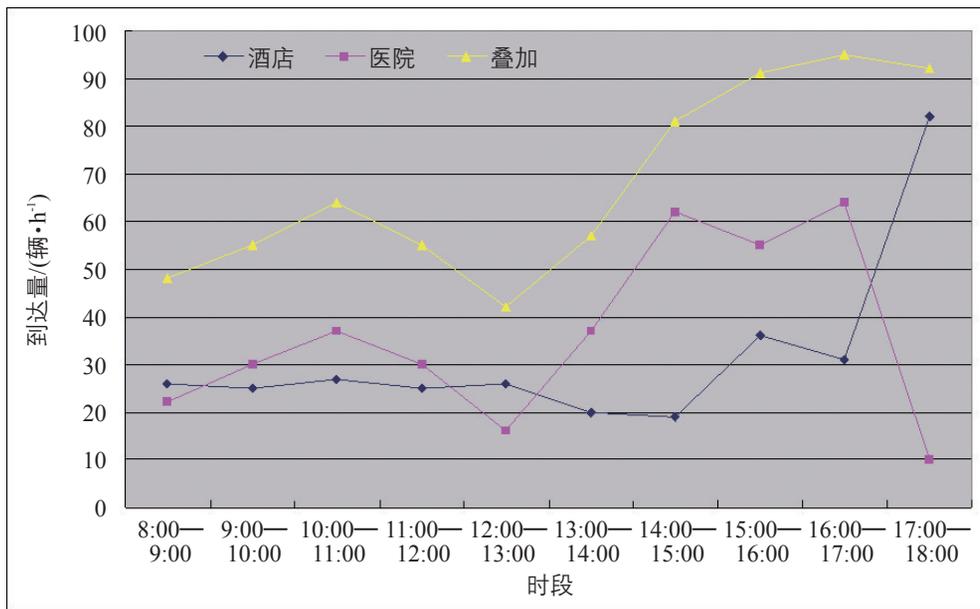


图2 车辆到达曲线叠加分析图

Fig.2 Characteristics curve of vehicles arriving at different places

表1 高峰时段共享停车场类型  
 Tab.1 Types of sharing parking lots during peak hour

白天	夜间	工作日	周末
商务楼、医院、商场、银行、学校等	酒店、娱乐场所、居住区等	商务楼、学校、银行等	商场、风景区、娱乐场所等

表2 意向调查结果矩阵  
 Tab.2 SP survey results

行政区划	1	……	<i>m</i>
1	$P_{11}$	……	$P_{1m}$
⋮	⋮	⋮	⋮
<i>n</i>	$P_{n1}$	……	$P_{nm}$

受比例。

### 4 停车需求预测框架

综合上述分析, 提出中心城区机动车停车泊位需求预测框架, 见图3。在分析特征年中心城区与市域内其他片区关系的基础上, 从产生、吸引交通量的源头用地出发, 充分利用综合交通规划的调研资料和预测数据得到各交通小区分目的的机动车吸引量。同时, 根据特征年私人小汽车和单位车的保有量预测结果, 得到中心城区内各交通小区的保有停车需求。在此基础上, 利用典型

停车特性调研资料和泊位共享意向调研分析结果, 可得到中心城区共享泊位需求。针对非共享的机动车弹性吸引量和上班吸引量, 利用停车特性调研资料进行车位换算, 分别得到弹性出行泊位需求和上班出行泊位需求, 同时可得到非共享的保有停车泊位需求。各区域的停车泊位需求由传统意义上的公共停车场和建筑物配建停车场共同分担, 由此形成泊位供给与泊位需求间的对应关系。上述思路不仅考虑了社会经济、区位、交通政策、土地利用性质等影响因素, 而且将出行目的、停车泊位使用权和泊位共享等因素也融入其中, 由此形成一个比较完整的预测框架。

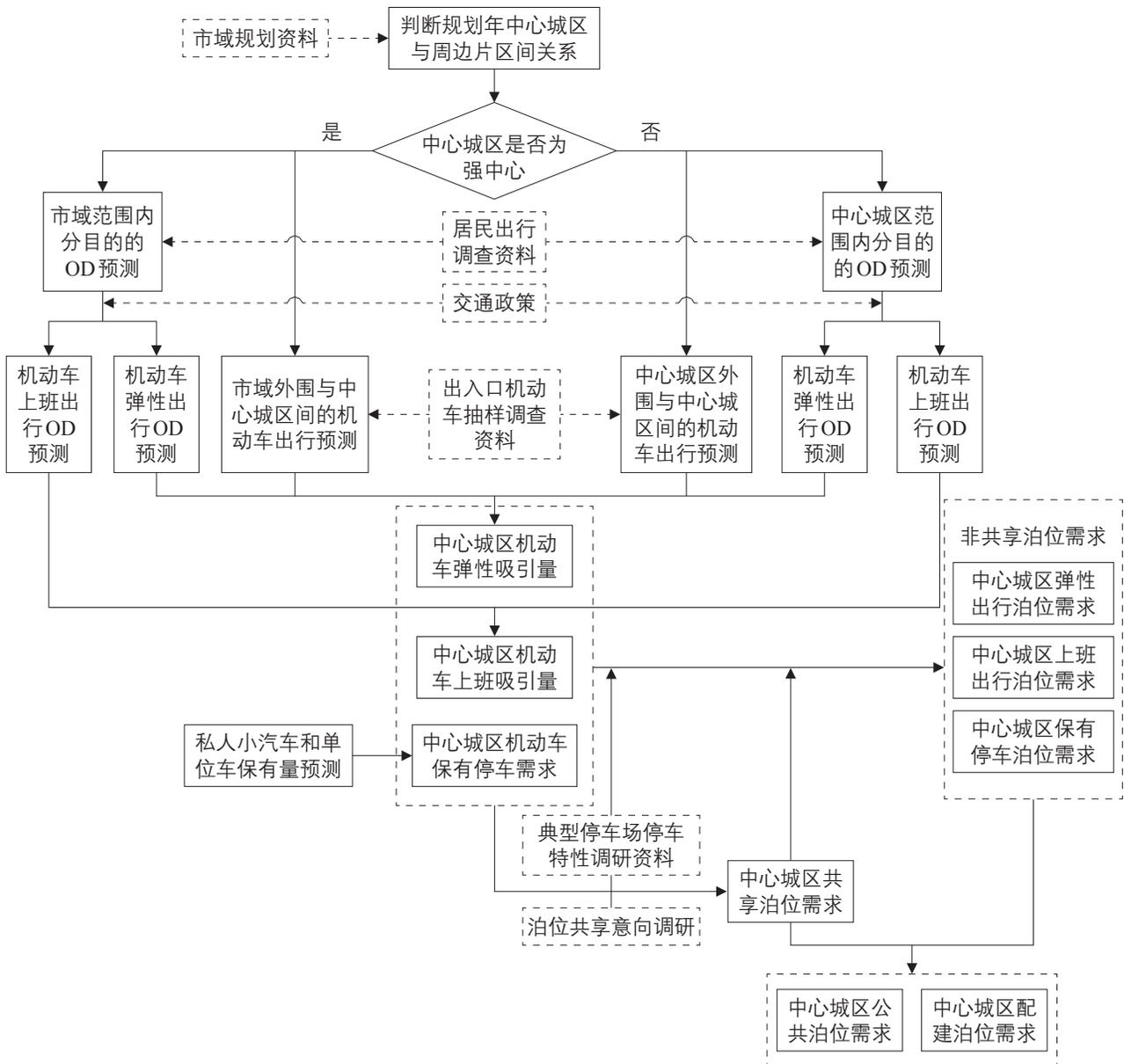


图3 中心城区机动车停车泊位需求预测框架图

Fig.3 A framework for CBD parking demand forecasting

中心城区内各小区的泊位总需求  $P_{it}$  可由下式求得：

$$P_{it} = P_{io} + P_{iw} + P_{ie} + P_{is}$$

式中： $P_{io}$  为  $i$  小区保有停车泊位需求； $P_{iw}$  为  $i$  小区上班停车泊位需求； $P_{ie}$  为  $i$  小区公共停车泊位需求； $P_{is}$  为  $i$  小区共享泊位需求。

### 5 实例分析

以南京市机动车停车泊位需求预测为例，将都市发展区划分为 248 个小区，包括中心城区 151 个和外围区 97 个，将中心城区的交通小区合并成

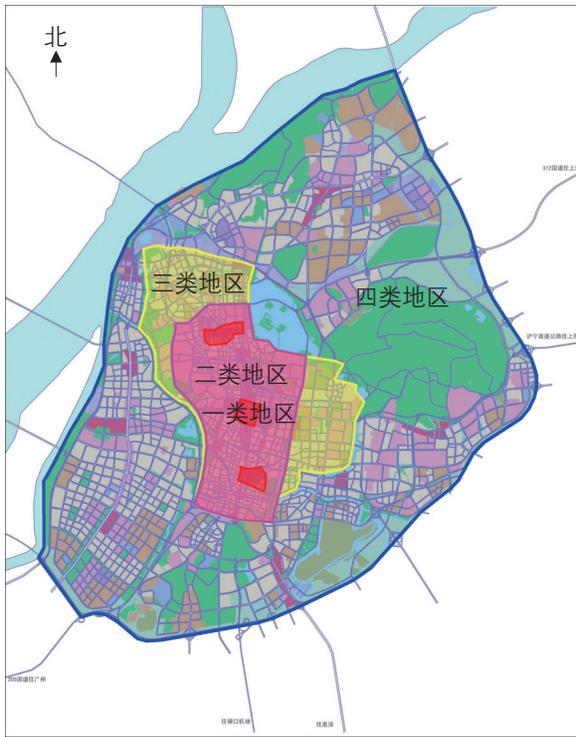


图4 停车大区划分

Fig.4 Regional parking zoning

5 个交通大区：中心片区，河西片区，城南片区，城东片区，城北片区。根据居民出行调查结果并结合城市发展趋势，确定 2013 年南京市主城区居民出行次数为  $2.77 \text{次} \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ，外围区居民出行次数为  $3.0 \text{次} \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ，流动人口出行次数为  $3.2 \text{次} \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。同时，考虑未来各片区建设目标及交通发展战略，将南京市主城区分为 4 类停车大区，见图 4，各区域采用不同的停车发展策略和管理政策。

综合考虑居民出行预测数据、中心城区机动车出入量预测数据、特征年不同方式的分担曲线、宏观政策以及不同分区的停车政策，得到不同交通小区吸引的机动车上班出行量和弹性出行量。在共享意向调研阶段，结合特征年控制性详细规划资料，将用地类型分为居住、商务办公、商业、休闲娱乐、酒店、宾馆、文体、医院等，在每一交通大区范围内选取典型建筑物，对物业管理者、停车者进行问卷调研初步得到：家庭泊位和企事业单位内部员工停车泊位中，接受共享的比例不超过 5%，即保有停车泊位和上班停车泊位中共享的比例较低；同时，未来年实施共享的主要类型以商业和宾馆、商务办公和酒店居多，即弹性出行泊位内部的共享。考虑不同用地机动车的吸引强度、用地间的步行距离等因素，将小区吸引的弹性机动车出行量进行拆分，并通过周转率和利用率进行泊位的转换。最后，综合特征年各交通小区内私人小汽车和单位车的保有量预测结果以及各交通小区上班出行小汽车吸引量预测结果，得到 2013 年南京市中心城区内各交通大区的停车泊位需求。该泊位需求由公共停车场和

表3 2013年南京市各交通大区停车泊位需求

Tab.3 Parking demand in each regional parking zone in Nanjing in 2013

大区	公共停车场泊位		配建停车泊位	
	数量	比例/%	数量	比例/%
中心片区	30 150	19.22	126 720	80.78
河西片区	5 850	5.58	99 000	94.42
城南片区	2 250	4.19	51 480	95.81
城东片区	1 800	3.14	55 440	96.86
城北片区	4 950	7.25	63 360	92.75
合计	45 000	10.20(平均)	396 000	89.80(平均)

配建停车场共同分担, 具体的预测结果见表3。

## 6 结语

本文针对停车泊位供给和泊位需求提出新的分类方法, 并据此对已有预测思路进行了改进, 不仅充分利用了综合交通规划的调研资料和预测数据, 还对机动车出行停车需求预测和保有停车需求预测进行了整合, 由此形成较为完整的预测框架。框架包含了社会经济、中心城区区位、土地利用性质、交通政策和共享策略等主要因素, 并针对相关参数的确定提出了初步的解决方法。然而, 要使整个预测框架能在实际规划工作中得到广泛使用, 还需要进一步研究以下内容:

1) 交通政策对出行方式选择的影响。本文仅通过意向性调查结果确定分区停车政策影响下的转移率, 该方法受问卷的设计质量和问卷人表达能力的影响较大。

2) 停车泊位共享策略在国内城市中的可实施性和政策保障措施等研究刚刚起步, 相关工作需要借鉴国内外资料进行理论创建和方法创新。

3) 交通规划工作体系的规范化建设。本文提出的预测流程中所需要的资料较多, 而国内部分地区至今还没有做过综合交通规划; 受项目经费的限制, 上述流程的实施也会受到较大的影响。

### 参考文献:

#### References:

[1] 郭学琴. 城市公共停车场规划研究[D]. 北京: 北京交通大学交通运输学院, 2006.

GUO Xue-qin. Research on the Planning of Urban Public Parking Lots[D]. Beijing: Transportation College, Beijing Jiaotong University, 2006.

[2] 陈一新. 中央商务区城市规划设计与实践[M]. 北

京: 中国建筑工业出版社, 2006.

CHEN Yi-xin. Design and Practice of the CBD Area Planning[M]. Beijing: Press of Chinese Architectural Industry, 2006.

[3] 凌浩. 城市机动车停车位配建指标及相关政策研究[D]. 南京: 东南大学交通学院, 2006.

LING Hao. Research on the Urban Architectural Parking Lot Index and the Relative Policy[D]. Nanjing: Transportation College, Southeast University, 2006.

[4] 么卫良. 武汉市公共停车场选址布局规划方法研究[D]. 武汉: 华中科技大学土木学院, 2006.

YAO Wei-liang. Research on the Planning Method of Site Selection of the Public Parking Lot[D]. Wuhan: Civil College, Huazhong University of Science and Technology, 2006.

[5] 张钧. 城市机动车停放特性与需求预测研究[D]. 南京: 东南大学交通学院, 2005.

ZHANG Jun. Research on the Vehicle Parking Character and Demand Forecast in Urban Area[D]. Nanjing: Transportation College, Southeast University, 2005.

[6] 朱亮. 北京市停车需求预测与公共停车设施规划的研究[D]. 北京: 北京交通大学交通运输学院, 2007.

ZHU Liang. Research on the Parking Demand Forecast and the Planning of Public Parking Lot about Beijing[D]. Beijing: Transportation College, Beijing Jiaotong University, 2007.

[7] 玛丽·史密斯. 共享式停车场设计与管理[M]. 王莹, 译. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2007.

Mary Smith. Shared Parking Design & Management [M]. WANG Ying, translated. Shenyang: Press of Liaoning Science and Technology, 2007.

(上接第80页)

Transportation Engineering, 2006(9): 87 - 91.

[5] 姜桂艳. 道路交通状态判别技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.

JIANG Gui-yan. Technologies and Applications of

the Identification of Road Traffic Conditions[M]. Beijing: People's Communications Press, 2004.

[6] 上海市市政工程管理处. 上海市城市快速路交通监控系统技术标准(SZ-52-2006)[S].