

起讫点矩阵与产生吸引点矩阵的相互转换

王 灿, 汤宇卿

(同济大学 建筑与城市规划学院, 上海 200092)

摘要: 对起讫点(OD)矩阵与产生吸引点(PA)矩阵的关系做了深入辨析,指出二者经常对应于不同的时间区间.通过对高峰小时系数局限性的分析,明确了出行分类的必要性,并提出了基于出行链与出行目的构成的分类比例推算方法.进而通过分时出发与到达系数,建立全日PA矩阵与高峰小时OD矩阵之间相互的线性变换关系,并在理论上论证了由OD矩阵推算PA矩阵的可行性.为便于实现,编写了由OD矩阵转换为PA矩阵的人机交互程序,最后通过算例检验了理论成果的有效性.

关键词: 交通需求分析; 线性变换; OD矩阵; PA矩阵

中图分类号: TU984.191

文献标志码: A

Mutual Transformation Between OD Matrix and PA Matrix

WANG Can, TANG Yuqing

(College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The relationship between origin-destination (OD) and production-attraction (PA) matrix was analyzed, and it was pointed out that they often corresponded with different time intervals. An analysis on the limit of peak hour factor argued the necessity of trip classification, and the method to estimate the ratio of each class was proposed based on trip chain and trip purpose structure. Then, with the help of hourly departure and return ratio index, the linear transformation relationship between day-long PA matrix and peak-hour OD matrix was argued, and the feasibility of PA matrix estimation was demonstrated theoretically. Besides, a human-computer interaction interface was programmed. At last, an example was adopted to testify the effectiveness of the findings.

Key words: traffic demand analysis; linear transformation; OD matrix; PA matrix

起讫点(OD)矩阵与产生吸引点(PA)矩阵都是对交通出行空间分布特征的描述,反映了交通小区之间交换出行量的大小.二者之间既有联系又有区别,有不同的适用场合,在必要时需要相互转化.既有研究已从基本概念上对OD与PA做了较清晰的辨析^[1-3],文献[1-2]分析了PA矩阵转换为OD矩阵的方法,文献[3]探索了OD矩阵转换为PA矩阵的方法,这些研究都是建立在OD矩阵与PA矩阵在同一时间区间内转换的基础上.对此,本研究强调二者在不同时间区间内的适用性,并基于此提出全日PA矩阵与高峰小时OD矩阵相互转换的方法.

1 OD矩阵与PA矩阵的辨析

1.1 基本概念

OD是Origin与Destination的缩写,指出行的起点与讫点,而PA是Production与Attraction的缩写,指出行的发生点与吸引点^[4].OD概念具有自明性,无需多做解释,而PA概念具有一定的人为规定性,这种规定是以出行端点处所在的用地性质为依据的:如果出行的任意一端为家庭端,则不管家庭端是出行的起点还是终点,均视为出行的发生点,非家庭端则视为吸引点;如果出行的两端均为非家庭端,则PA与OD等价,即以起点做为发生点,以终点作为吸引点.

从概念不难得到,OD的方向即是出行的直观方向,PA的方向对于非回家出行与OD的方向一致,而对于回家出行则刚好与OD方向相反.

1.2 适用场合

就直观性、清晰性而言,OD矩阵显然比PA矩阵更具优势.对于交通规划四阶段法中的第四阶

收稿日期: 2013-03-17

第一作者: 王 灿(1987—),男,博士生,主要研究方向为城市交通规划,城乡规划方法与技术. E-mail: tiamovivien@126.com

通讯作者: 汤宇卿(1969—),男,副教授,硕士生导师,工学博士,主要研究方向为城市交通规划,城市规划与设计.

E-mail: tyqtju@163.com

段——交通分配,其所得到的路段流量具有明确的方向性,因此在这一阶段必需使用 OD 矩阵。

然而,PA 矩阵的作用也是不可替代的。这是因为第一阶段出行生成预测只能得到一个交通小区的出行生成总量,无法识别出哪些是出发量、哪些是到达量这样的方向性信息。正因为此,考虑到家庭对于出行主体——人的核心约束作用,才以之作为区分出行发生与吸引的人为规定性依据。出行生成预测采用 Production, Attraction 的概念,就意味着下一阶段的出行分布预测必然使用 PA 矩阵。

第三阶段方式划分预测基本不涉及这种方向性问题,因此 PA 或 OD 矩阵皆可。事实上,本研究对两种矩阵的相互转化正是与方式划分结合在一起实现的。

1.3 相互转换的意义

既然 OD 矩阵与 PA 矩阵各具适用性,对两者进行相互转换自然有着不容忽视的意义。目前 PA 矩阵向 OD 矩阵转换的应用更广,是四阶段法的一个必要组成部分,在交通规划软件中也有专门的实现模块;而 OD 矩阵向 PA 矩阵转换的相关研究较少,也缺少现成的软件辅助。对于其意义,文献[3]指出,通过调查或反推获得的分布矩阵都是 OD 矩阵,在交通需求预测中须转换为 PA 矩阵,这表明在交通规划中如果希望通过 OD 反推技术来降低调查成本,需要对反推得到的数据做必要的处理。除此之外,笔者认为从协调土地利用与交通系统之间关系这一更根本的要求上看,OD 矩阵向 PA 矩阵转换的意义更为重大。为了从源头上改善城市交通问题,可以把交通需求预测的过程倒置,由“果”推“因”,根据路网容量约束对用地开发和出行活动强度进行控制。此时,这种反馈控制将采取与四阶段法相逆的回溯式步骤,见图 1,即“OD 反推→OD-PA 转换(PA 反推)→出行生成控制→用地开发控制(容积率控制)”。而在这样一个技术路线中,OD 矩阵向 PA 矩阵转换无疑是不可避免的过程。

1.4 两种时间区间

全日与高峰小时是城市交通研究中最常使用的两种时间区间。笔者认为,在对 PA 与 OD 矩阵进行区分和转换时,应特别注意到两个矩阵与两种时间区间的对应关系。这种对应并非绝对意义上的,但总体而言,全日 PA 矩阵与高峰小时 OD 矩阵更具理论与实践意义。

1.3 节中指出 PA 矩阵适用于出行生成及分布预测阶段,而此时一般是以全日为时间区间的。例

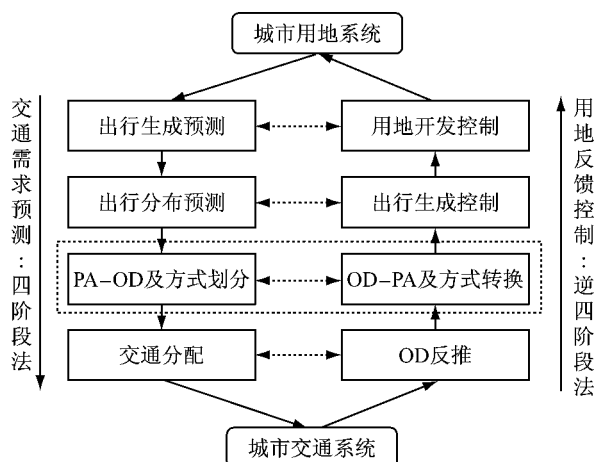


图 1 OD 与 PA 矩阵相互转换在交通需求预测与用地反馈控制中的地位

Fig. 1 Position of mutual transformation between OD and PA matrix in traffic demand prediction and land-use feedback control

如,在实践中,一般通过居民出行调查问卷受访者在调查日内的全部出行情况,将获得的人均日出行次数作为出行强度指标用于预测。这样的数据来源决定了 PA 矩阵一般是基于全日的。

OD 矩阵适用于交通分配阶段,其直接结果为交通流量,结合路段通行能力、自由流速度等可得到路段饱和度、实际速度等。注意到这些指标在操作中往往都是以小时作为时间区间的,虽然相应的全日指标也是有意义的,但对于城市交通而言,无论是问题的出现诊断还是改善评价,显然都应该以高峰小时的状态为标准。从这个角度上看,OD 矩阵最适用的时间区间无疑是高峰小时。

再者,从矩阵形式上看,如果 OD 矩阵采用全日区间,则极有可能成为对称矩阵,而由于 PA 的方向性主要取决于用地性质,其矩阵一般都是不对称的。

2 转换的关键参数

2.1 高峰小时系数的问题

在明确了 OD, PA 两矩阵与两种时间区间的对应关系后,要实现两矩阵的相互转换,就要同步解决两种时间区间的相互转换问题。在实践中,高峰小时系数是一种常用的时间区间转换指标。该系数等于高峰小时交通量与全日交通量的比值,可一步到位地完成转换。

然而,这种简单的做法是存在问题的,即不同类型的出行具有不同的时间与空间不平衡性特征。时间不平衡性是指全日出行的时间分布曲线在某一高

峰时段的峰度,而空间不平衡性是指往返两个方向之间出现潮汐交通的强度.例如,通勤出行一般较购物出行具有更大的时间不平衡性与空间不平衡性,如果使用单一的高峰小时系数,那么这些不平衡性的差异都会被抹去,使结果出现较大失真.

因此,结合时空特征对出行进行分类是十分必要的,一般可根据出行端点的性质分为 3 类:基家工作出行(HBW)、基家其他出行(HBO)、非基家出行(NHB).这种出行分类如图 2 所示.

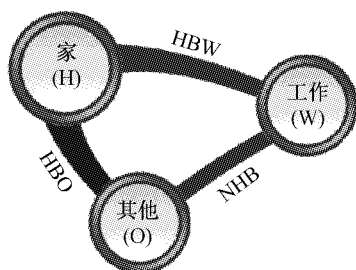


图 2 3 种出行分类示意图

Fig.2 Illustration of 3 kinds of trips

2.2 基于出行链与出行目的构成的出行分类比例

在对出行进行分类后,需要明确 3 类出行的比例.详尽的居民出行调查无疑是最佳方法,但该项调查的成本巨大、周期较长,开展条件有限.对此,笔者提出一种基于出行链与出行目的构成的推算方法,可快速获得 3 类出行的比例.

出行目的总体可分为 4 类:通勤(上班、上学)、生活(购物、文娱等)、业务、回家.以下以“H”代表家庭,“W”代表工作地或学校,“O”代表其他生活性地点.如果通勤与生活出行都采用 HWH 或 HOH 这样的简单出行链,那么二者比例之和应与回家的比

例相当,而事实上,后者一般小于前者,这是因为其中有少量出行采用了嵌套多目的的长出行链模式,由此带来了非基家出行.此外,业务出行一般也可视为非基家出行,因此,非基家出行的比例可由式(1)推算.

$$P_{\text{NHB}} = P_{\text{通勤}} + P_{\text{生活}} - P_{\text{回家}} + P_{\text{业务}} \quad (1)$$

进一步推算基家工作与其他出行的比例.根据文献[5],上述长出行链的平均长度为 3.2,表明大多数只嵌套了一次非基家出行.为简化计算,假定所有长链都采用长度为 3 的 HWOH 模式,则基家工作出行的比例可由式(2)计算.

$$\begin{aligned} P_{\text{HBW}} &= 2P_{\text{HWH}} + P_{\text{HWOH}} = \\ &2[P_{\text{通勤}} - (P_{\text{通勤}} + P_{\text{生活}} - P_{\text{回家}})] + \\ &(P_{\text{通勤}} + P_{\text{生活}} - P_{\text{回家}}) = P_{\text{通勤}} + \\ &(P_{\text{回家}} - P_{\text{生活}}) \end{aligned} \quad (2)$$

类似地,基家其他出行的比例可由式(3)计算.

$$P_{\text{HBO}} = P_{\text{生活}} + (P_{\text{回家}} - P_{\text{通勤}}) \quad (3)$$

2.3 分时出发与到达系数

在将总出行拆解为 3 类出行后,即可依次根据其不同的时空特征进行转换.前文已论述高峰小时系数的不科学性,这里,可借鉴 TransCAD 软件所使用的分时出发与到达系数进行替代.

对于交通小区 i, j 之间,以 i 为发生点、 j 为吸引点的全日交换出行量 T_{ij} 而言,分时出发比例系数代表了某一特定小时以 i 为起点、 j 为终点的离开出行量所占的比例,记为 K_{DEP} ,分时到达比例系数代表了某一特定小时以 i 为终点、 j 为起点的回程出行量所占的比例,记为 K_{RET} . TransCAD 中默认系数取值如表 1 所示.

表 1 TransCAD 中 3 种出行默认的分时出发与到达系数

Tab.1 Default hourly departure and return ratio index of 3 kinds of trips in TransCAD

时段	基家工作出行(HBW)		基家其他出行(HBO)		非基家出行(NHB)	
	$K_{\text{DEP}}/\%$	$K_{\text{RET}}/\%$	$K_{\text{DEP}}/\%$	$K_{\text{RET}}/\%$	$K_{\text{DEP}}/\%$	$K_{\text{RET}}/\%$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
6:00—7:00	7.90	0.00	1.00	1.00	0.75	0.75
7:00—8:00	19.20	0.00	2.90	2.90	3.30	3.30
8:00—9:00	9.20	0.00	1.70	1.70	2.00	2.00
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
16:00—17:00	0.60	13.10	4.05	4.05	4.00	4.00
17:00—18:00	0.60	11.80	4.00	4.00	3.10	3.10
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
合计	50	50	50	50	50	50

由表 1 可知,基家工作出行的时空不均衡性均较大,表现为 K_{DEP} 与 K_{RET} 一高一低,高者取值很大,低者接近于零,而另两类出行则较为均衡,表现为

K_{DEP} 与 K_{RET} 均较小且基本相等.注意到这两个系数暗示了出行的方向性:对基家工作出行而言,早高峰时分出发系数较大,到达系数基本为零,表明绝大

多数的出行都是离开家的上班、上学出行,而晚高峰的情况则正好相反。另外,如果把两个系数按全日汇总,则所有3类出行均为50%,即全日的出发数与到达数相等,上述方向性信息此时将不复存在。

3 相互转换方法

3.1 线性变换关系的建立

以分时出发与到达系数为媒介,即可建立全日PA矩阵与高峰小时OD矩阵之间的关系。设 T_{ij} 表示以小区 i 为发生点、以小区 j 为吸引点的PA矩阵中的交换出行量; $t_{ij}^{(h)}$ 表示以小区 i 为起点、以小区 j 为讫点的OD矩阵中的交换出行量; K 表示分时系数;下标“ ij ”,“ ji ”表示一对方向;下标“HBW”,“HBO”,“NHB”表示3类出行;下标“DEP”,“RET”表示分时出发与到达系数;上标 (h) 表示特定的小时。则对于基家工作出行,有如下关系:

$$t_{ij}^{(h)} = T_{ij_HBW} K_{HBW_DEP}^{(h)} + T_{ji_HBW} K_{HBW_RET}^{(h)} \quad (4)$$

$$t_{ji}^{(h)} = T_{ji_HBW} K_{HBW_DEP}^{(h)} + T_{ij_HBW} K_{HBW_RET}^{(h)} \quad (5)$$

基家其他出行与非基家出行的PA-OD关系可类似写出,将3类出行汇总求和可得式(6),(7)。

$$t_{ij}^{(h)} = T_{ij} (P_{HBW} K_{HBW_DEP}^{(h)} + P_{HBO} K_{HBW_DEP}^{(h)} + P_{NHB} K_{NHB_DEP}^{(h)}) + T_{ji} (P_{HBW} K_{HBW_RET}^{(h)} + P_{HBO} K_{HBW_RET}^{(h)} + P_{NHB} K_{NHB_RET}^{(h)}) \quad (6)$$

$$t_{ji}^{(h)} = T_{ji} (P_{HBW} K_{HBW_DEP}^{(h)} + P_{HBO} K_{HBW_DEP}^{(h)} + P_{NHB} K_{NHB_DEP}^{(h)}) + T_{ij} (P_{HBW} K_{HBW_RET}^{(h)} + P_{HBO} K_{HBW_RET}^{(h)} + P_{NHB} K_{NHB_RET}^{(h)}) \quad (7)$$

考虑到PA矩阵在出行需求预测中多以人次为出行单位,而OD矩阵在用于交通分配时则一般使用标准车,这里将出行方式划分、人车转换与PA,OD两矩阵的转换纳入一起考虑。出行方式划分参数不仅包括分担率,还应考虑不同车种的影响,引入当量换算系数,即在对通行能力的影响方面,某种车一辆相当于标准车的辆数。人车转换则主要应用合乘系数,即每辆车的平均实际载客人数。设第 i 种出行方式的分担率为 P_i ,其合乘系数与当量换算系数分别为 R_{OCC_i} 与 R_{PCU_i} ,则可建立第 h 小时OD车次出行量 $t_{ij}^{(h)}$ 与全日PA人次出行量 T_{ij} 的关系,如式(8)~(11)所示。式中的 m, n 是为了表示方便而设置的转换系数。

$$m = (P_{HBW} K_{HBW_DEP}^{(h)} + P_{HBO} K_{HBW_DEP}^{(h)} + P_{NHB} K_{NHB_DEP}^{(h)}) \sum_i \frac{P_i R_{PCU_i}}{R_{OCC_i}} \quad (8)$$

$$n = (P_{HBW} K_{HBW_RET}^{(h)} + P_{HBO} K_{HBW_RET}^{(h)} + P_{NHB} K_{NHB_RET}^{(h)}) \sum_i \frac{P_i R_{PCU_i}}{R_{OCC_i}} \quad (9)$$

$$P_{NHB} K_{NHB_RET}^{(h)} \sum_i \frac{P_i R_{PCU_i}}{R_{OCC_i}} \quad (9)$$

$$t_{ij}^{(h)} = m T_{ij} + n T_{ji} \quad (10)$$

$$t_{ji}^{(h)} = m T_{ji} + n T_{ij} \quad (11)$$

式(8)~(11)中:方式分担率可由方式划分预测得到,3类出行比例可由2.2节的方法推算,分时出发与到达系数可参照表1或实地调查,其他参数亦不难获得,因此可计算出 m 与 n 。设 Y 与 X 分别为第 h 小时OD车次矩阵与全日PA人次矩阵,以矩阵形式改写式(10),(11),如式(12)所示。

$$Y = mX + nX^T \quad (12)$$

将上式两端同时转置,得到式(13)。

$$Y^T = mX^T + nX \quad (13)$$

求解由式(12)与(13)联立的矩阵方程,可用 Y 表示 X ,如式(14)所示。

$$X = \frac{1}{m^2 - n^2} (mY - nY^T) \quad (14)$$

式(12)即为全日PA矩阵转换为高峰小时OD矩阵的过程,式(14)即为高峰小时OD矩阵转换为全日PA矩阵的过程。可以看到,这种相互转换在本质上是对PA,OD矩阵及其转置矩阵的线性变换。

3.2 “PA反推”的可行性

在1.3节中曾论述,在一个与四阶段法相逆的过程中,将OD矩阵转换为PA矩阵可以视为PA反推。然而,对OD-PA反推的可行性,有学者表示质疑^[6]。因为PA概念主要由出行端点的用地性质区分,对于观测到的一次有方向的出行,除非调查其家庭位置信息,否则很难明确哪一点是发生点,哪一点是吸引点。

笔者认为,这一观点是有道理的,但仅限于研究时段内往返方向的出行基本均衡的情形(例如由全日OD矩阵反推全日PA矩阵)。此时,对所有的3类出行,其出发系数与到达系数相等,由式(8),(9)可知 m 与 n 也因此相等。因此,此时的OD矩阵必然成为对称矩阵,与其转置矩阵相等。计算式(12),(13)联立的矩阵方程的系数行列式,不难得到式(15)。

$$\Delta = \begin{vmatrix} m & n \\ n & m \end{vmatrix} = 0, \Delta_x = \begin{vmatrix} Y & n \\ Y^T & m \end{vmatrix} = 0, \Delta_y = \begin{vmatrix} m & Y \\ n & Y^T \end{vmatrix} = 0 \quad (15)$$

由克莱默法则可知,该矩阵方程有无数解,可见当没有一定方向性信息的支持,由OD矩阵推算PA矩阵确实是不可行的。然而本研究所要转换的OD与PA矩阵分别对应应在高峰小时与全日两个时间区间上,从表1即可知,高峰小时下的基家工作出行具

有极强的不平衡性,其包含的方向性信息即已暗示了出行端点的用地性质,从而使 OD 矩阵转换为 PA 矩阵具有充分的可行性。

3.3 相互转换的程序实现

既有研究对两矩阵相互转换都是在同一时间区间内进行的 PA 矩阵转换为 OD 矩阵时,是将 PA 矩阵与其转置矩阵求和后再除以 2; OD 矩阵转换为 PA 矩阵时,需要通过调查或模型标定推算出回家出行矩阵,再由 OD 矩阵加上回家出行矩阵减去回家出行矩阵的转置实现。与之不同,本研究探讨的是全日 PA 矩阵与高峰小时 OD 矩阵的相互转换,其理论基础已在式(12), (14)中阐明。

对于 PA 矩阵转换为 OD 矩阵,已经有交通规划商业软件将其内置入软件包中。例如,可以利用 TransCAD 软件的“PA to OD”程序实现,界面如图 3 所示。

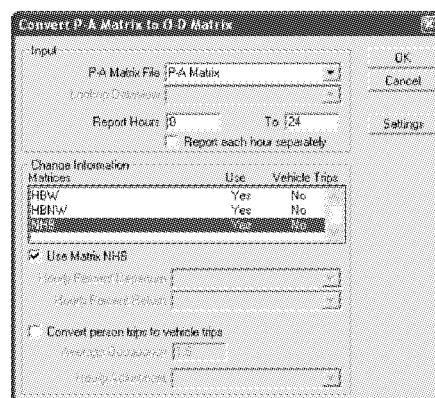


图 3 PA to OD 程序初始界面

Fig.3 The initial interface of program “PA to OD”

而对于 OD 矩阵转换为 PA 矩阵,目前尚缺少计算机程序支持。对此,笔者利用 Matlab 编写了可人机交互的辅助程序“PA to OD”,界面如图 4 所示。



图 4 OD to PA 程序初始界面

Fig.4 The initial interface of program ‘OD to PA’

在预输入需要转换的 OD 矩阵后,进入该界面。界面右侧要求输入出行分类参数(HBW, HBO, NHB 3 类出行各自比例及出发、到达系数)和方式划分参数(小汽车、出租汽车、公共汽车比例及合乘、当量换算系数)。除方式分担率外,其他参数都预置了默认值,可根据实际做必要的修改。点击“开始计

算”按钮后,界面左上方将显示推算出的 PA 矩阵,界面左下方是对该矩阵按行、按列求和得到的各交通小区出行发生总量、吸引总量的反推结果,可用于对用地开发、出行活动强度的控制。以下一节的算例为例,其推算完成后的界面如图 5 所示。

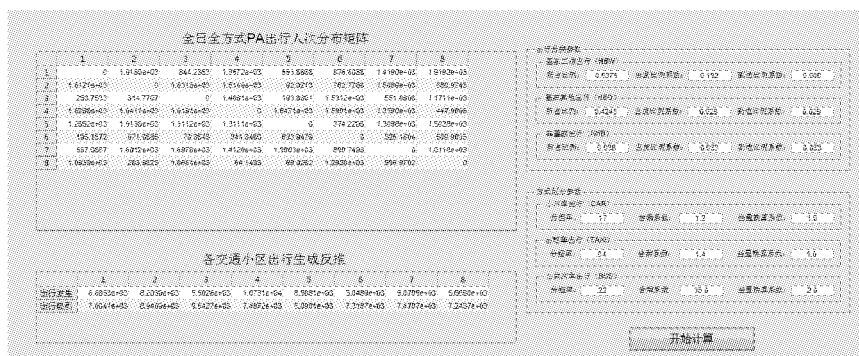


图 5 OD to PA 程序结果输出界面

Fig.5 The results output interface of program “OD to PA”

4 算例检验

以下通过一个简单算例对上述理论方法及程序进行检验. 首先,假设某城市的出行目的结构如表2所示.

表2 某城市出行目的结构

Tab.2 Purpose structure of trips in a city

出行目的	工作	上学	购物	文娱	就医	生活	业务	回家
出行比例/%	18.90	8.85	8.25	2.65	3.70	7.50	2.05	48.10

根据2.2节提出的方法,汇总得到通勤类出行的比例为27.75%,生活类出行的比例为22.10%,进而结合业务与回家出行比例,可以计算HBW, HBO, NHB 3种出行的比例分别为: $P_{HBW} = 53.75\%$, $P_{HBO} = 42.45\%$, $P_{NHB} = 3.80\%$.

随机生成一个8个交通小区的全日PA矩阵,如表3所示.

表3 原始全日PA矩阵

Tab.3 Original PA matrix in the whole day

交通小区	交通小区							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1915	844	1357	554	877	1419	1919
2	1812	0	1831	1515	92	763	1509	681
3	254	315	0	1486	194	1531	552	1171
4	1827	1941	1919	0	1647	1590	1359	448
5	1265	1914	1311	1311	0	374	1310	1503
6	195	971	71	342	634	0	325	510
7	557	1601	1698	1412	1900	891	0	1012
8	1094	284	1868	64	69	1293	997	0

表5 高峰小时OD矩阵进一步反推得到的全日PA矩阵

Tab.5 PA matrix in the whole day obtained by back calculation again with former OD matrix

交通小区	交通小区							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.00	1914.97	844.24	1357.18	553.87	876.81	1418.96	1919.23
2	1812.14	0.00	1831.26	1514.91	92.02	762.78	1508.95	680.97
3	253.75	314.77	0.00	1486.07	193.88	1531.19	551.86	1171.09
4	1826.81	1941.07	1919.12	0.00	1647.12	1590.13	1358.99	447.91
5	1265.20	1913.82	1311.24	1311.07	0.00	374.22	1309.77	1502.83
6	195.16	971.09	70.88	341.85	633.95	0.00	325.18	509.90
7	557.09	1601.18	1697.84	1412.00	1900.25	890.75	0.00	1011.81
8	1093.94	283.96	1868.11	64.15	69.03	1292.80	996.97	0.00

如将公交分担率 P_{BUS} 由0.22降低至0.15,将小汽车分担率 P_{CAR} 由0.17提高至0.30,则反推结果也会相应变动,如表6所示.

可以看到,此时矩阵中各单元格的数值都有了明显下降. 前文已指出反推出的PA矩阵在用地反

利用TransCAD的“PA to OD”程序推算高峰小时OD矩阵,除上述3类出行比例外,其他各相关参数设定如下: $K_{HBW_DEP} = 0.192$, $K_{HBW_RET} = 0.000$, $K_{HBO_DEP} = 0.029$, $K_{HBO_RET} = 0.029$, $P_{NHB_DEP} = 0.033$, $P_{NHB_RET} = 0.033$; $P_{CAR} = 0.170$, $R_{OCC_CAR} = 1.2$, $R_{PCU_CAR} = 1.0$, $P_{TAXI} = 0.04$, $R_{OCC_TAXI} = 1.4$, $R_{PCU_TAXI} = 1.0$, $P_{BUS} = 0.22$, $R_{OCC_BUS} = 35.0$, $R_{PCU_BUS} = 2.0$. 得到的OD矩阵如表4所示.

表4 由PA矩阵推算得到的高峰小时OD矩阵

Tab.4 OD matrix in the peak hour derived by PA matrix

交通小区	交通小区							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.00	45.37	18.65	33.50	14.96	19.20	31.67	43.68
2	43.43	0.00	39.87	37.15	6.71	18.69	36.18	15.24
3	7.51	11.26	0.00	36.48	7.39	32.86	15.99	29.63
4	42.36	45.19	44.65	0.00	38.41	34.79	32.51	9.72
5	28.38	41.08	28.47	32.07	0.00	9.56	32.67	32.25
6	6.34	22.62	5.31	11.24	14.46	0.00	9.15	14.09
7	15.41	37.92	37.61	33.51	43.81	19.82	0.00	24.07
8	28.11	7.75	42.78	2.48	5.20	28.86	23.79	0.00

再利用“OD to PA”程序做第2次推算,各参数设定保持不变,得到反推出的全日PA矩阵,如表5所示.

可以看到,表3与表5两矩阵的对应位置元素极为接近,对其求皮尔逊相关系数也基本为1,二者的微小差异可视作数值计算的误差. 由此可知上述方法是科学有效的.

在此基础上,如果调整PA反推的相关参数,例

馈控制上的应用前景,基于此,这一结果直观表明了同样的路网运行状态下(同一OD矩阵),个体机动方式更具主导性的情景所能支撑的出行需求量更少,在用地开发强度与规模上的限制也因此更强.

表 6 调整出行方式结构后再次反推得到的全日 PA 矩阵

Tab.6 PA matrix in the whole day obtained by back calculation again after adjusting structure of modes of trips

交通小区	交通小区							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.00	1 219.20	537.48	864.05	352.62	558.22	903.38	1 221.90
2	1 153.70	0.00	1 165.90	964.47	58.59	485.62	960.67	433.54
3	161.55	200.40	0.00	946.11	123.43	974.83	351.34	745.57
4	1 163.00	1 235.80	1 221.82	0.00	1 048.64	1 012.40	865.20	285.16
5	805.49	1 218.42	834.79	834.69	0.00	238.25	833.87	956.77
6	124.25	618.24	45.13	217.64	403.60	0.00	207.03	324.63
7	354.67	1 019.41	1 080.90	898.95	1 209.80	576.10	0.00	644.17
8	694.46	180.78	1 189.30	40.84	43.95	823.06	634.72	0.00

5 结 论

通过上述分析,可以得到以下主要结论:

(1) 进一步对 PA 矩阵与 OD 矩阵进行辨析,指出二者分别与全日、高峰小时两个时间区间具有相对对应关系,可进行全日 PA 矩阵与高峰小时 OD 矩阵的相互转换,论述了转换的意义,特别强调了 OD-PA 转换在用地反馈控制中的价值.

(2) 提出了基于出行链与出行目的构成推算基家工作出行、基家其他出行、非基家出行各自比例的方法,有助于在无法开展详细调查时对 3 类出行进行分割,保证矩阵转换的科学性.

(3) 以分时出发和到达系数作为替代高峰小时系数的关键参数,并结合方式划分参数,建立 OD 矩阵与 PA 矩阵的线性变换关系.

(4) 论证了由 OD 矩阵反推 PA 矩阵的可行性,指出高峰小时出发与到达系数包含的方向性信息是反推可行的关键.

(5) 编写了由 OD 矩阵反推 PA 矩阵的程序,从而得到有全过程计算机辅助的两矩阵相互转换的实现方法,并用算例证明了该方法的有效性.

参考文献:

[1] 朱志坚,程琳. OD 矩阵与 PA 矩阵辨析[J]. 交通标准化,2006

(10):161.
ZHU Zhijian, CHENG Lin. Analysis on relations and differences between OD Matrix and PA Matrix [J]. Communications Standardization Issue,2006(10):161.
[2] 邓立瀛,刘灿奇. P-A 出行分布矩阵转化为 O-D 出行分布矩阵[J]. 同济大学学报:自然科学版,2006,34(1):38.
DENG Liying, LIU Canqi. Change from PA trip table to OD trip table[J]. Journal of Tongji University: Natural Science, 2006, 34(1):38.
[3] 邓立瀛,刘灿奇. 起-迄点与产生-吸引点出行矩阵的转化[J]. 同济大学学报:自然科学版,2005,33(8):1062.
DENG Liying, LIU Canqi. Research on change from OD distribution matrix to PA distribution matrix [J]. Journal of Tongji University: Natural Science, 2005, 33(8):1062.
[4] 刘灿奇. 现代交通规划学[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
LIU Canqi. Advanced traffic planning [M]. Beijing: China Communications Press, 2001.
[5] 杨敏,陈学武,王伟,等. 基于活动模式的工作者出行生成预测模型研究[C]//城市交通模型技术与应用——2007 城市交通模型研讨会论文集. 上海: 同济大学出版社, 2007:177-185.
YANG Min, CHEN Xuewu, WANG Wei, et al. Predictive modeling research on trip generation of workers based on activity patter [C] // Technique and Application of Urban Transportation Models. Shanghai: Tongji University Press, 2007:177-185.
[6] 闫小勇. 谈谈交通分析中 PA 与 OD 这两个概念的区别[EB/OL]. [2010-03-17]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-404069-303916.html>.
YAN Xiaoyong. Discussion on the difference between PA and OD in transportaion analysis[EB/OL]. [2010-03-17]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-404069-303916.html>.