

城市交通客流预测的若干问题

Comments on Issues regarding Urban Travel Forecasting

全永燊

(北京交通发展研究中心,北京 100055)

Quan Yongshen

(Beijing Transportation Research Center, Beijing 100055)

摘要: 目前,城市交通客流预测存在基础数据是否准确、预测模型是否有效以及能否正确理解和应用客流预测理论方法等问题。提出要建立适合各城市特点的规划模型,同时注重建模依据的可靠性以及模型的调校和维护。总结了“四阶段”法各阶段模型以及高峰小时模型在使用过程中需要注意的关键问题。强调要考虑模型各阶段的相互制约关系,进行必要的迭代运算。最后,对城市交通客流预测工作提出5点改进建议。

Abstract: Currently, urban travel forecasting encounters several issues, as to whether or not the travel survey data are accurate, how reliable the forecasting models are, how to correctly understand and apply the theories and approaches of travel forecasting, among others. This paper argues that urban transportation planning models should be developed according to local characteristics, with emphasis laid on validity of modeling premises, as well as on calibration and maintenance of the model. The paper summarizes key issues of each step while utilizing the 4-step model and the peak-hour model. Stressing the interactions among the 4 steps, the paper points out that feedback iterations should be carried out for more reasonable results. Finally, the paper proposes 5 suggestions to improve urban travel forecasts.

关键词: 交通规划; 交通模型; 客流预测; 模型调校

Keywords: transportation planning; transportation model; travel forecasting; model adjustment

中图分类号: U491.1⁺4

文献标识码: A

收稿日期: 2008-10-14

作者简介: 全永燊,男,教授级高级工程师,原北京交通发展研究中心主任,主要研究方向: 交通规划、交通工程。E-mail:quanys@bjtrc.org.cn

1 客流预测基础依据的不确定性

进行城市交通客流预测时,由于预测年限与城市总体规划、社会经济发展规划年限不一致,数据存在盲区。例如轨道交通客流预测,无论是网络预测、单条线路预测还是工程设计阶段的客流预测,现行规范规定年限为:初期是线路运营后3年,近期是线路运营后10年,远期是线路运营后25年;线网规划还有远景年,可能是2030年也可能是2050年。而城市总体规划期一般是10~15年,新一轮全国城市总体规划截至2020年;而国民经济规划、社会经济发展规划通常是5年。因此,在基础数据上至少存在10年以上的空白区域。

此外,受城市总体规划本身的深度限制,即使在总体规划所能覆盖的期间,客流预测所需要的某些数据也难以得到有力支持。例如,城市人口结构的变化、细划到交通小区级的人口与就业岗位分布,以及土地利用状况等。特别是工程设计阶段,完全依照城市总体规划提供的土地利用布局及人口与就业岗位分布数据,无法满足客流预测的需要,何况城市总体规划以及交通政策在执行过程中还存在不确定性。

2 客流预测模型的有效性问题的

1) 建模依据的充分度与可靠性

首先是认识上存在误区。例如,有些城市将算法软件与城市交通规划模型混为一谈,以为购买一个软件就可以用来做预测了。进行客流预测或交通规划必须建立适合城市特点的规划模型。模型怎么建?建模的依据、充分度、可靠性如何?有的城市并未做过出行调查,却有相关的模型,那么这个模型是如何建立的?还有的城市做了200户、1000户的小样本出行调查,虽然小样本好于无样

本, 但这样建立的模型可靠性可想而知。即使进行了出行调查, 出行调查的组织、筹划以及数据处理、分析扩样到与建模之间的整个过程, 在技术手段和方法上也还存在很多问题。

2) 模型标定与调校

模型标定与调校关系到模型的成熟程度, 无论对哪个城市来说都没有完全成熟的模型, 模型的调校和标定问题永远都存在。以交通预测常用的“四阶段”模型为例: 发生/吸引的数学回归模型涉及自变量的选择以及各个自变量的回归系数。依据一次出行调查建立回归模型公式, 5年、10年之后还适用吗? 而且, 如果简单从自变量来讲, 生成模型只有人口一个自变量, 是不是这一个自变量就能涵盖影响生成量的所有因素? 再如重力模型中的路阻函数, 从预测基准年推到25年之后, 它的可靠性还有多大? 诚然, 我们无法准确掌握25年之后的情况, 但是在现有调查基础上, 通过多次调查和渐进式的反复调校, 可以找出路阻函数未来的发展变化趋势, 了解路阻函数中哪些自变量是敏感的、哪些自变量是惰性较大的, 进而能够掌握这些变化趋势及规律。在方式划分模型中, 综合费用函数也有同样的问题。

所以, 模型调校标定是一个永无止境的问题, 它意味着像出行调查这一类的工作, 至少要5年做一次, 小样本的调查可能每年要做一次。在进行出行调查的同时, 还需要有相关的其他配套调查。出行调查与模型调校工作持续时间长, 非常艰苦和复杂, 需要一个专业的、稳定的团队来完成。如果缺乏上述工作, 那么这个城市模型的有效性、成熟程度就要受到质疑。

3 客流预测理论方法的理解与应用

“四阶段”法是目前普遍使用的经典方法, 其实它还有很多不完善的地方。不仅如此, 即便“四阶段”法是完善的, 也还存在如何正确理解和使用的的问题。

3.1 发生/吸引模型

1) 出行生成率与吸引率

出行生成率与吸引率关键在于区分不同人口类别、不同出行目的出行频率的差异。生成模型主要的自变量是人口, 而不同的人口类别、不同的出行目的出行频率存在很大差异。之所以涉及这个问题, 是因为中国目前还不是一

个成熟的城市化国家, 城市化水平不足50%。而在城市化发展进程中, 人口结构以及出行行为都会发生很大变化。

2) 出行主体属性与出行行为对应关系

出行主体属性包括性别、年龄、职业、收入水平、有私人小汽车与否、家庭构成等。出行主体属性与出行行为对应关系在模型里究竟反映了多少? 目前使用四阶段法进行预测大多没有充分考虑主体属性的差异、未来主体属性变化对出行行为的影响。近几年有些城市注意到这个问题, 开始对模型进行细化。但是, 问题的关键在于如何把握未来处于不同区位的各类出行主体属性变化和出行行为变化趋势。

3) 土地利用功能类别细化

发生/吸引模型最大的问题是土地利用分类过粗。根据《城市用地分类与规划建设用地标准》, 城市用地共分为10大类, 46中类, 73小类。

交通预测时能得到的是“大类”数据。但是, 同一个大类用地吸引率差异很大, 尤其是居住、公共设施、工业用地等。例如一类居住用地(别墅和高档公寓)和三类居住用地(简易住宅)出行生成量有很大差别; 公共设施(金融、商业、文化、体育、医疗)用地更为复杂, 分8个中类, 每个中类还有很多小类, 它们的出行吸引率差异甚大。例如, 同是“绿地”既包含旅游风景名胜也包含一般公共绿地, 出行吸引相差何其大! 不仅如此, 商业、旅游设施受区位、季节影响, 吸引量变化幅度很大, 客流选择性很强。以商业为例, 市级、区级、社区级、街道级商业, 它们的吸引量和吸引对象非常不同。而且同样是市级商业, 有些传统商业街, 像北京王府井、前门吸引对象的选择性就很强, 主要是外来人口, 北京市民数量很少。如果做模型分析时, 上述因素不加区别, 客流预测的准确度会如何? 因此, 不能简单地不加区别地根据几大类土地使用性质计算各小区吸引量并纳入重力模型。

4) “出行链”对传统出行定义的否定

随着人们生活方式的改变, 出行行为特征已经在悄然地发生变化。出行的定义是几十年前提出的, 是否有必要重新界定? 目前, 在模型中还不能反映的就是关于不同主体组合式的出行“链”, 即不同出行主体基于相同或不同出行目的选择“组合”出行方式。在这种组合链中, 出行方式至少有一段是共用的, 路径选择受这个“链”决定, 如果没有这个“链”存在, 可能是另外几种独立的路径, 如果有了这个“链”, 就变成了一种新的组合路径。无疑, 这会对后续的交通流分配、方式选择产生影响。例

如，一家3口有1辆车，早晨夫妻两人上班，同时送孩子上学，如果按照过去传统的出行定义，统计结果是3次互不相干的出行，3个不同主体。而实际上他们是共用一种工具，选择一条关联路线，完成3个主体不同目的的出行，这个问题如何界定？其次是不同出行目的组合“链”，即同一主体基于不同出行目的，选择起迄点首尾相衔接的方式出行。此外，还有不同出行方式的组合“链”，即同一主体或不同主体，基于同一目的，使用2种以上的出行方式。这种组合链在模型里应该反映进去，比如是自行车和公共汽车的组合，还是小汽车和公共汽车的组合等。上述这些特定情况不仅影响到发生/吸引量的计算，而且对出行分布、方式选择、路径选择均有很强的制约。

3.2 重力模型

重力模型一个最致命的弱点就是约束条件不够。最基本的重力模型有3个变量：小区间的生成量、吸引量以及彼此间的路阻函数。这几个变量能不能如实地反映小区*i*和*j*之间的交通出行分布？除了“路阻函数”这个约束条件外，是否有必要增加其他相关约束条件？例如区内出行的路阻函数值总是小于区外出行，如无附加约束条件，重力模型只会给出以区内自我平衡为主的分布结果。出行分布实际上并不完全取决于两个小区本身的生成量、吸引量以及彼此间的路阻函数。区内出行对不同的小区而言，占出行总量的比例虽有不同，但客观上都有一个限度，这正是重力模型中缺失的一个约束条件。可以考虑分别建立区间和区内分布模型，或者要加一个区内出行所占比重的约束条件。区内出行所占比重客观上是有个限值的，并且各个小区之间、同一个小区不同年份之间也不一样。

对于路阻系数相同或相近的小区，由于所处地理区位不同，用地功能性质不同，以及其他难以清晰表述的差异，吸引规律是完全不同的，因此，在重力模型中需要增加相应的附加约束条件(如“小区关联度”)。

3.3 方式划分模型

方式划分模型目前一个错误的做法是：用城市规划确定的出行分担比例作因子，将全方式OD矩阵乘以这个因子，得出公交出行OD矩阵；然后再按一定比例划分出轨道交通出行OD矩阵。另外，也有的先计算步行与自行车OD矩阵，然后再利用方式竞争模型计算小汽车与公交出行OD矩阵，同时公交出行中又分轨道交通与常规

公交，再分别进行计算。比较细致的是按照不同的出行主体、出行目的、出行距离，并考虑出行综合费用成本，对出行方式进行划分。实际上，在Logit模型中出行综合费用成本隐含了“出行距离”与“出行时耗”等因素，但出行主体属性等因素并没有包括其中。因此，仅用出行综合费用成本作为约束条件并不全面。如果把出行目的、出行距离、出行时耗、出行主体属性特征等都计算进去，而这些因素本身又有相关性，那么这些因素就涉及取舍问题和权重问题，以及它们之间未来变化趋势该如何把握等。以出行距离为例，不同的出行距离段，综合费用成本中各项因素的权重是不一样的。短距离(例如6 km以内)的出行，自行车跟公交是竞争关系，这两种方式竞争的主要因素是“距离”，而不是“费用”，“费用”只是一个相对次要的因素。长距离(例如大于10 km)出行，小汽车跟公交、地铁方式竞争，在综合费用成本里最主要的因素是“时间”。而介于上述二者之间距离段的出行，决定方式选择的主要因素可能是“费用”的问题。所以，不同的距离段两种不同出行方式之间竞争主要影响的因素是不同的。此外，“方式组合链”在方式划分模型中如何界定、出现的条件，以及如何反映到预测结果中，这也是在方式划分模型中需要考虑的问题。

3.4 交通分配模型

1) 容量约束

容量约束在现有的模型中一般只考虑路网容量约束，而不考虑各种运输载体(例如，地铁、公共汽车)容量约束，这是不正确的。有的模型虽然考虑了容量约束，但存在路网容量约束考虑是否充分的问题。路网除了承担客运交通，还承担货运交通，在路网容量约束计算中要把货运占用部分考虑进去。目前研究使用的静态模型，容量和负荷关系主要用 V/C (交通量/通行能力)表示，实际上，当 V/C 超过某一阈值，车流状况接近或达到紊流状态时， V/C 已不能真实反映容量与负荷的匹配关系了。

2) OD量加载

每一OD对都有出发时间和到达时间，不同OD对出行时间长短、区位条件、交通条件不同。OD量加载到路网和各种运输载体上时，哪些可以叠加，哪些不能叠加，取决于每一对OD进入载体后的时空聚集过程，这一过程在现有静态模型中难以得到真实反映。无疑，这就会对交通流分配的真实性产生很大的影响，尽管这是一个不能马上解决的问题，但却需要深入研究。

3) 票制票价的确定

客流在公共汽车与轨道交通之间的分配，“综合费用成本”中起关键作用的是二者的比价，而不是票价绝对值。另外，还有票制的问题，北京地铁换乘系数达到1.6~1.7，这与目前的票制有关，如果换一种票制，换乘系数就会迅速发生变化。

3.5 高峰小时模型

计算高峰小时流量都是从全日的预测模型做起，先计算全日流量，再估计或调查高峰小时系数，用它乘以全日流量就得出了高峰小时流量，这一做法不尽合理。国内已有一些城市着手研究建立高峰小时模型。在这一模型没有建立以前，有关高峰小时客流量的计算应注意2个问题：

1) 不同目的、不同方式、不同区域的高峰小时系数存在明显差异，出行发生/吸引量的高峰期与各类交通载体的负荷高峰期不一致，高峰小时系数也不同，不能随意使用。

2) 就轨道交通而言，进出站的高峰期与断面流量的高峰期起止时间不同，高峰小时系数也不同。不仅如此，上下行方向也有差异。并且目前规划设计里某些关键部分(如站台宽度、通道宽度)，仅有高峰小时的流量还不够，还需要瞬时尖峰值作依据。

3.6 模型各阶段的相互制约关系

“四阶段”之间相互制约且存在循环迭代关系。从出行发生/吸引到空间分布存在相互制约；交通方式划分又会对发生/吸引产生一定的影响；交通流分配完成后可能会发现某些前提和假定发生了变化，因此要考虑这些变化带来的影响。应当指出，在预测过程中，“综合费用成本”这项指标值不是一成不变的。在进行出行方式划分和交通分配之前，往往先确定一个“综合费用成本”值，在交通分配完成以后，实际给出的多对OD采用的交通方式可能有所改变，出行路径也可能发生变化，那么“综合费用成本”与最初确定的值就不一样了。这不仅影响方式划分，也会影响生成与吸引量以及出行分布。因此，在预测过程中要考虑四个阶段之间的交互影响，进行必要的反复迭代运算。

4 结语

任何预测都具有科学性，有理论方法体系和基础数据

支持，同时也受到诸多不确定因素的制约，因此，应正确认识和看待客流预测及其结果。有两类群体需正确认识客流预测，一是做客流预测工作的群体，二是使用客流预测结果的群体。

另外，客流预测受基础数据和技术条件的客观限制，单纯依赖模型分析计算难以给出较为理想的预测结果。在目前情况下，应该且有条件完成以下工作：

1) 围绕建模和模型维护的客观需求，加强基础调研和数据收集、积累、分析工作。

2) 重视模型的调校、标定、功能扩展等维护与开发工作，这是一项永无止境的工作。

3) 要对四阶段模型作必要的改进，重点是增加必要的约束条件。此外，在做四阶段模型运算中，要充分考虑各阶段之间的相互制约影响，在预测流程中增加反复调校、迭代循环的过程。

4) 要重视客流预测中的敏感性分析，针对不同预测目标年影响客流状况的主要因素进行敏感性影响评估，给出客流可能的变动区间，并做出相应说明。

5) 必须对模型预测结果进行认真判断，尽可能多地收集和积累客流特征数据以及它们之间的相关性规律作为判断依据，并根据判断结果再对预测结果进行反复调校。为此，应重视客流预测的后评估工作。

《城市交通》被引率在同类杂志中排名第二

2008年8月，中国科学技术信息研究所和万方数据股份有限公司联合编制出版了《中国期刊引证报告(扩刊版)》和《中国期刊高被引指数》。《城市交通》杂志被引率为0.44，列公路运输类杂志第二名。被引率反映期刊文章被利用的情况，被引率越大，反映期刊文章的被利用率越高。