

# 交通影响评价介入城市总体规划初探<sup>1</sup>

傅白白 于善初 曹鸿雁 孙海涛

**【摘要】**通过对当前建设项目及控规交通影响评价在实施过程中存在问题的分析，找出其矛盾根源，提出在城市总体规划编制阶段对规划方案进行交通影响评价的应对理念，对其必要性与可行性进行了充分论证。在交通需求预测“四阶段”法基础上构建了城市总体规划交通影响评价的技术方法，并对方法的应用进行了阐述。以人口分布密度及交通可达性为修正因子，建立了基于土地利用的交通生成预测方法。最后，给出以交通影响评价结果为依据的城市总体规划方案调整原则，有助于缓解交通拥堵，促进城市交通与土地利用的协同发展。

**【关键词】**城市总体规划；交通影响评价；土地利用；交通需求预测；互动反馈

## 0 引言

交通与土地利用的互动反馈机理作为城市生长、变化的重要内因，已成为规划界之共识，两者关系的失衡将直接导致城市交通系统低效运行，从而产生交通拥堵、交通污染等城市问题<sup>[1]</sup>。虽然各地在交通系统方面逐步加大了投资力度与建设速度，但交通问题并无明显好转，甚至有不断恶化之趋势，严重制约了城市发展<sup>[2]</sup>。由于矛盾根源在于交通供需的结构性失衡，仅仅通过加大交通设施建设力度来治理城市交通问题，无异于“头痛医头、脚痛医脚”，往往难以奏效。

传统城市规划编制体系中对于交通与土地利用协同发展考虑较少，土地利用通常先于交通规划，使之处于被动地位。近年来，城市综合交通规划与建设项目交通影响评价编制机制正逐步走向正轨，但未从根本上改变交通的从属地位，一方面，综合交通规划是在城市总体规划基础上进行编制，无权对已确定的土地利用进行反馈；另一方面，交通影响评价以控规指导下编制的各地块修规方案为前提进行分析，难以对法定的地块控制指标进行调整，导致交通在土地利用面前处境尴尬。随着城市交通拥堵的加剧，针对交通与土地利用协同发展的探讨随之展开，其研究视角大多基于控制性详细规划，关注控规编制阶段交通与土地利用的互动反馈，确保控规所确定的各地块开发强度与道路交通设施承载能力相协调。由于交通与土地利用关系的复杂性以及可用技术方法的匮乏，该领域的研究以理论探讨为主，少有实践。

---

<sup>1</sup>基金项目：国家自然科学基金资助项目（71171124）、山东省自然科学基金项目（Y2006F32）

# 1 城市总体规划交通影响评价的必要性与可行性

## 1.1 必要性分析

对控规进行交通影响评价，引入交通与土地利用互动反馈机制，是提高控规稳定性与社会认可度的重要举措，也是对控规法定地位的有力支撑，在一定程度上强化了控规的可操作性，但在实施层面依旧衍生出一系列程序性矛盾。第一，控规方案的交通影响评价未通过时，必然要对规划方案进行调整，此阶段可调整项目仅为地块开发强度与支路网络，难以对土地利用性质及由快速路、主、次干路组成的路网骨架等总规强制性内容进行修改，因为在总体规划所确定的干路网络格局下，某些区域可能会出现总体可开发强度过低的不合理现象，为确保交通与土地利用的彼此协调，只能降低该区域的整体开发强度<sup>①</sup>，对于城市中心区等优势区位地段来讲，是土地资源的极大浪费，也是难于付诸实施的；第二，控规编制对象通常局限于城市某一地段，与周边城区之间的交通联系错综复杂，将之单独割裂出来进行研究的代价往往是过度简化其与周边区域间的交通关系，显然会大大降低交通影响评价结论的准确度与可信度。因此，对控规进行交通影响评价同样面临难以有效反馈总体规划的矛盾。

由于城市总体规划、控制性详细规划以及修建性详细规划在我国城市规划编制体系中具有明确的层级关系，下位规划的编制必须以上位规划为基础，故交通与土地利用的协同发展应始终贯穿于整个城市规划编制体系，建立城市总体规划、控制性详细规划以及修建性详细规划三个层面的交通影响评价与互动反馈机制（如图1），而城市总体规划阶段交通与土地利用协同发展的考量对后续规划的编制具有重要的影响作用，可见，在城市总体规划编制中引入交通影响评价极为必要。

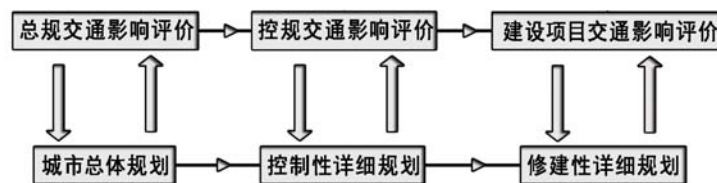


图1 交通与土地利用协同发展一体化控制体系架构

## 1.2 可行性分析

城市总体规划的交通影响评价即以总体规划编制方案为研究对象，进行充分的数据挖掘，预测出规划期末可能产生的城市交通量，将其与规划方案中所配套的交通设施承载能力相比较，评价交通设施受影响程度并给出规划方案调整建议。城市总体规划交通影响评价的重点是预测规划期末城市交通的产生量，因此采用合理的交通需求预测方法是评价结论成败的关键。当前已实施的建设项目交通影响评价所采用的交通需求预测方法大多为国际上通用

的“四阶段”法，该方法起源于 19 世纪 80 年代的美国，为交通规划的经典方法，主要分为交通生成、交通分布、交通方式划分及交通分配四个阶段，其理论体系已十分成熟。“四阶段”法是一种基于集计数据的宏观交通规划方法，其研究对象越大、数据量越充足，预测结果的相对准确度就越高，因此，该方法应用在研究对象单一的建设项目交通影响评价中存在诸多不足。与此相对，城市总体规划的研究范围较为宏观，针对的对象为整个城市，故“四阶段”法在城市总体规划的交通影响评价应用中具有较好的适用性。基于上述分析，本文将以交通需求预测“四阶段”法为基础构建城市总体规划交通影响评价实施的技术方法（如图 2）。

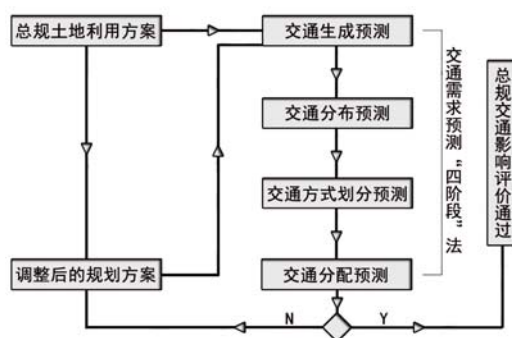


图 2 总体规划交通影响评价实施技术路线

## 2 城市总体规划的交通需求预测

### 2.1 交通生成

与控规层面的交通影响评价不同，总规编制阶段不会对土地利用强度作出规定，而土地利用强度可在一定程度上表征出行强度，因此难以从规划方案中挖掘精确数据来预测地段交通生成量，从而给交通影响评价工作带来困难。传统交通规划工作中交通生成通常以城市居民社会经济特征及土地利用状态为基础资料，通过大量的出行数据调查来进行预测，此法对于居民出行特征相对稳定的城市旧区较为适用，但对于无任何可用数据的城市新区却难以奏效，加之城市新区规划年的人口分布和土地利用特征与现状相比一般都有较大变化，若仅按现状交通调查资料建立预测模型势必难以保证模型的准确性，难以有效反映规划年的土地利用与交通需求关系<sup>[3]</sup>。

出行生成的动力来源于居民上班、上学、回家及其他弹性出行活动，居住用地是出行产生之源，和其他用地相关的出行均与居住用地存在联系，故可将城市建设用地分为居住用地与其他非居住用地，前者以产生交通量为主，后者以吸引交通量为主，因此每个交通小区的产生交通量与吸引交通量便可单独进行预测。其他非居住用地指除居住用地外其他不主动产生交通量的用地，包括城市建设用地分类中的公共管理与公共服务用地、商业服务业设施用地、工业用地、物流仓储用地、交通设施用地、公用设施用地和绿地。不同性质用地吸引交

通量的能力不同,这种能力称为出行吸引权,统计经验表明,只要城市的性质、社会发展水平和居民生活方式大致相似,各类性质用地的出行吸引权具有较好的稳定性<sup>[4,5]</sup>,故城市总体规划的交通生成量可建立在土地利用规划方案基础上进行预测。基于土地利用的交通生成预测方法能够抓住出行产生的根源,避免传统预测方法中交通生成相关因素、交通生成与土地利用间接发生联系的复杂工作流程,体现城市交通与土地利用的彼此协同与有效结合。以土地利用规划中的数据作为交通生成预测的基础资料,可提高工作效率和预测精度,并最大限度地反映实际出行量<sup>[6]</sup>。其基本思路为:根据城市现状社会经济发展情况及未来发展潜力,分析确定规划期末各分区常住人口与流动人口数量及其人均出行次数,预测出规划期末城市交通生成总量。将交通小区交通出行分为居住用地产生的出行与其他非居住用地产生的出行两部分,并根据土地利用规划方案采用一定的方法将交通出行总量以此二类用地为基础分别分配至各交通小区,从而得到各交通小区的交通产生与吸引量。

### 2.1.1 交通生成总量预测

交通生成总量可由城市人口数量结合人均出行次数预测得出。根据经验,常住人口与流动人口的出行特征具有明显差异,且不同城市分区居民出行需求亦有所不同,故其人均出行次数均需加以区分。由此给出交通生成总量预测模型如公式1。

$$T_{\text{总}} = \sum_{i=1}^n (P_{\text{常}} F_{\text{常}} + P_{\text{流}} F_{\text{流}}) \quad \text{公式1}$$

式中,  $T_{\text{总}}$  为城市交通生成总量;  $n$  为城市分区数目;  $P_{\text{常}}$  为分区常住人口数;  $F_{\text{常}}$  为分区常住人口人均出行次数,人均出行次数取决于各分区现状及规划年的经济发展水平与土地利用强度;  $P_{\text{流}}$  为分区流动人口数;  $F_{\text{流}}$  为分区流动人口人均出行次数。

### 2.1.2 居住用地交通生成量预测

居住用地与其他非居住用地对交通生成的作用机理不同,前者对交通产生起主动作用,后者则对交通吸引起主动作用,实际工作中每个交通小区均可能由此两类用地组成,故分别预测其交通生成便可直接获得该交通小区的产生与吸引交通量。为准确反映土地利用强度与交通区位可达性对交通小区交通生成产生的影响,引入区位势作为预测模型的调整因子,区位势是指由某种物质要素的土地利用强度所产生的城市活动的分配权重,是对这种物质要素的土地利用强度与其吸引作用的一种综合测度<sup>[7]</sup>。将以家庭为起点的出行记为启程出行,以家庭为讫点的出行记为回程出行,则居住用地交通生成量预测包括由居住用地引起的启程出行产生量和对应的回程出行吸引量两部分,其预测模型如公式2。

$$\left\{ \begin{array}{l} T' = T_{\text{总}}(\omega_1 + \omega_2 + \omega_3) \\ G_{\text{启}, i} = \left( \frac{R_i W_{G, i}}{\sum_{i=1}^m R_i W_{G, i}} \right) T' \\ A_{\text{回}, i} = \frac{G_{\text{启}, i} \omega_4}{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3} \\ W_{G, i} = \frac{D_{G, i} H_{G, i}}{D_{G, 1} H_{G, 1}} \end{array} \right. \quad \text{公式2}$$

式中， $T'$  为城市居住用地交通产生总量； $G_{\text{启}, i}$  为*i*小区由居住用地引起的启程出行产生量； $A_{\text{回}, i}$  为 $G_{\text{启}, i}$  对应的由居住用地引起的回程出行吸引量； $R_i$  为*i*小区的居住用地面积； $\omega_1$ 、 $\omega_2$ 、 $\omega_3$ 、 $\omega_4$  分别为上班、上学、弹性及回程出行比例，可根据现状调查结合规划期末发展趋势综合确定； $W_{G, i}$  为交通产生区位势，与*i*小区交通产生人口分布密度及交通产生可达性成正比； $D_{G, i}$  为交通产生人口分布密度，可结合总体规划编制阶段的人口专题研究确定； $H_{G, i}$  为交通产生可达性指数，与*i*小区到其他小区的出行时间之和成反比。可以某一交通小区为标准小区，其区位势标记为1，其他小区区位势为其实际区位势与标准小区区位势之比。

### 2.1.3 其他非居住用地交通生成量预测

其他非居住用地包括公共管理与公共服务用地、商业服务业设施用地、工业用地、物流仓储用地、交通设施用地、公用设施用地和绿地，由于这些用地在吸引交通量方面的能力各不相同，故引入出行吸引权因子对模型加以修正，其取值可通过对老城区相关数据进行多元回归分析获得<sup>[8]</sup>。其他非居住用地交通生成量预测包括其他非居住用地引起的启程出行吸引量和对应的回程出行产生量，其预测模型如公式3。

$$\left\{ \begin{array}{l} X_i = (E_{A,i} K_A + E_{B,i} K_B + E_{M,i} K_M + E_{W,i} K_W + E_{S,i} K_S + E_{U,i} K_U + E_{G,i} K_G) W_{A, i} \\ A_{\text{启}, i} = \frac{X_i}{\sum_{i=1}^m X_i} T' \\ W_{A, i} = \frac{D_{A, i} H_{A, i}}{D_{A, 1} H_{A, 1}} \\ G_{\text{回}, i} = \frac{A_{\text{启}, i} \omega_4}{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3} \end{array} \right. \quad \text{公式3}$$

式中， $X_i$  为*i*小区综合出行吸引权； $A_{\text{启}, i}$  为*i*小区由其他非居住用地引起的启程出行吸引量； $G_{\text{回}, i}$  为 $A_{\text{启}, i}$  对应的由其他非居住用地用地引起的回程出行产生量； $E_{A,i}$ 、 $E_{B,i}$ 、 $E_{M,i}$ 、 $E_{W,i}$ 、 $E_{S,i}$ 、 $E_{U,i}$ 、 $E_{G,i}$  分别为*i*交通小区的公共管理与公共服务用地、商业服务业设施用

地、工业用地、物流仓储用地、交通设施用地、公用设施用地和绿地面积； $K_A$ 、 $K_B$ 、 $K_M$ 、 $K_W$ 、 $K_S$ 、 $K_U$ 、 $K_G$ 分别为上述用地的出行吸引权； $W_{A,i}$ 为交通吸引区位势，与i小区交通吸引人口分布密度和交通吸引可达性成正比； $D_{A,i}$ 为交通吸引人口分布密度，可结合总体规划编制阶段的人口专题研究综合确定； $H_{A,i}$ 为交通吸引可达性指数，与其他小区到i小区的出行时间之和成反比。

#### 2.1.4 各交通小区交通产生与吸引量预测

综上，交通小区交通产生量为小区内居住用地所引起的启程出行产生量与其他非居住用地引起的回程出行产生量之和，其模型如公式4。

$$G_i = G_{启,i} + G_{回,i} \quad \text{公式4}$$

同理，交通小区交通吸引量为小区内其他非居住用地所引起的启程出行吸引量与居住用地引起的回程出行吸引量之和，其模型如公式5。

$$A_i = A_{启,i} + A_{回,i} \quad \text{公式5}$$

## 2.2 交通分布

交通分布是将经交通生成预测获得的各交通小区产生与吸引交通量转化为小区间出行交换量的过程，常用方法有增长率法与重力模型法，由于前者需使用现状OD分布矩阵作为模型输入的基础条件，加之模型对城市路网变化缺乏有效应对，故在实际应用中受到一定限制。重力模型法能够考虑实际路网阻抗对出行交换量产生的影响，对于规划方案的路网变更能够做出较为合理的反应，且对现状OD矩阵要求较低，故在城市总体规划的交通需求预测中具有较好的适应性。

重力模型所需基础数据为目标年各交通小区产生与吸引交通量、交通小区之间的阻抗矩阵及用于模型标定的OD分布矩阵。通常可使用现状或历史OD分布表作为模型标定的基础矩阵，但在缺乏相关OD数据时，亦可通过少量的现状路段交通量调查运用OD反推技术获取。在上述基于土地利用的交通生成预测方法中，各交通小区产生与吸引交通量是基于起讫点概念进行预测的，它将基家出行的启程与回程部分区分开来，故在交通分布预测时无须进行PA与OD之间的转换，省略了中间环节，降低了误差。

## 2.3 交通方式划分

传统交通方式划分预测通常采用多元或多层logit模型，但模型预测需足够的交通调查数据，耗费大量的人力物力，且难以保证预测结果精度，故在城市总体规划交通需求预测中的应用受到限制。由于总体规划主要从宏观层面对城市整体空间发展进行部署，难以面面俱到，

故对其进行的交通需求预测精度便随之降低,实施的交通影响评价亦难以绝对准确地反映实际交通供需关系,因此城市总体规划的交通影响评价不求绝对准确,但求能在宏观上反映规划方案所生成交通量与路网供给之间的对应关系,尽可能为控规乃至建设项目交通影响评价清除障碍,确保城市规划管理工作顺利进行。

基于上述目的,在总体规划交通需求预测中,各交通小区交通方式划分宜在城市历年交通方式比例结构基础上结合交通小区未来发展需求、人口密度及区位条件进行适当修正,也可根据相关影响因素采用多元回归分析法进行预测。城市交通方式可分为步行、非机动出行、公交出行及机动出行,通常在规划中步行及非机动出行均设有专用道,且其对专用道路空间的使用受拥挤影响不明显,因此交通影响评价可直接以机动交通为主体<sup>[9]</sup>,可更直观反映规划方案的交通供需状况,同时有效降低城市总体规划交通影响评价的工作量。

## 2.4 交通分配

交通分配是交通需求预测“四阶段”法的最终步骤,也是对城市总体规划进行交通影响评价的关键步骤。通过交通分配可将规划方案未来可能产生的交通需求反馈至规划路网,检测路网对生成交通量的承载能力,直观判断规划方案是否对未来交通产生影响并确定其影响程度。常用交通分配方法有全有全无分配法、容量限制分配法、迭代平衡法、用户平衡法及随机用户平衡法等,其中随机用户平衡法因其更能反映实际交通分配状态而被广泛采用。由于总体规划阶段城市支路网尚未确定,故用于交通分配的路网应由城市快速路、主干路及次干路组成,交通小区交通量进出路网的连接点应考虑快速路与主干路的开口要求,使交通分配过程尽可能符合实际情况。

道路通行能力可对分配结果产生较大影响,因此其计算方法得当与否极为重要,但目前尚无统一标准可用。1990版《城市道路设计规范》中提供的道路通行能力计算方法未考虑交叉口所造成的影响,导致应用受限。此外,《美国通行能力手册》中也给出了通行能力的计算方法,但此法所需修正参数众多,取值随意性较大,可用性不足,且实际工作中常常误将同一道路不同路段的通行能力赋以相同数值,明显与实际不符。综上,道路通行能力计算应综合考虑道路等级、车道数量及交叉口间距所产生的影响,以提高交通分配精度,具体计算方法见文献<sup>[10]</sup>。

## 3 交通影响评价与规划方案的调整

### 3.1 评价标准

城市总体规划方案交通需求预测的结果是将规划期末可能产生的交通量分配至规划路

网中，通过路网荷载状态判定交通受影响程度，其评价主体为规划方案所产生的交通量，评价对象为有效机动车道路网，评价指标为路段饱和度。有效机动车道路网是将不通行机动车的道路或道路断面从城市路网中剔除后的抽象路网，即在构造用于交通需求预测的路网模型时，不计入步行专用道、非机动车专用道或去掉道路断面中的人行道、非机动车道，其目的是减少评价主体类别、简化评价内容。

理论上，若交通分配后路网中存在过饱和路段，则表明该路段将发生交通拥堵，当前方案会带来交通影响。实践中，由于路网构造时无法考虑支路网的影响及其他种种因素，总体规划阶段的交通需求预测精度受限，难免导致评价结果偏颇，且城市总体规划的交通影响评价不求一劳永逸，随着规划的实施，城市交通与土地利用的协调发展将由控规及修规层面的交通影响评价继续进行深入把关，因此在评价过程中应设置一定的误差允许范围作为评价工作的止停标准，以此降低工作量。止停标准的设置可结合项目实际情况进行拟定，以流量饱和度和大于 0.9 路段（下称拥堵路段）的数量占总路段数的百分比为临界值，当交通需求预测结果中拥堵路段数量占比小于该比值时，认定此规划方案通过交通影响评价，反之，则继续调整规划方案并再次对其进行交通影响评价。

### 3.2 评价结果对规划方案的反馈调整

交通影响评价与城市总体规划方案编制是一个互动反馈过程，前者根据初步确定的规划方案在交通需求预测基础上对路网适应性进行评价，后者则依据评价结果进行方案调整，如此循环往复，直至规划方案的交通影响评价通过。实施过程中，若当前规划方案的交通影响评价未通过，则应结合此次交通分配结果对方案进行调整。在此给出三条调整原则：

（1）当拥堵路段在某一区域范围内较为集中时，可适当提高该区域路网密度，以增加供给的方式缓解交通拥堵；

（2）当拥堵路段具有明显的方向性时，可将该方向上面积较大且用地性质单一的地块进行分割、细化，并增加其土地利用混合度；

（3）当拥堵路段较为连续时，可适当增加其道路断面宽度，提高道路等级以解除拥堵。

上述三条调整原则仅为典型情况下的经验应对，实践中面临的情形千差万别，需具体问题具体分析。方案调整也不应拘泥于交通分配结果，任何一处调整均可能改变整个路网的流量分配，交通影响评价仅仅是检测总体规划方案是否达标的一道门槛，无须刻意应对。

## 4 结语

随着建设项目交通影响评价逐步实施，其与控规之间的矛盾逐渐显现，促使交通与土地



利用协同发展的视觉焦点指向控规，转而对控规实施交通影响评价，但事实证明，控规交通影响评价在总规面前同样面临一系列难以协调的矛盾。据此，本文提出在总规、控规及修规层面分别进行交通影响评价的交通与土地利用协同发展一体化控制思路，并给出了城市总体规划交通影响评价的技术方法与思路。总规阶段主要在宏观上对规划方案的交通供需进行把控，对预测精度要求相对较低；控规阶段重点研究各出让地块对外部片区路网所产生的影响，辅助确定出合理的地块开发强度，对预测精度要求较高；修规阶段则关注建设项目对其内部自身所产生的影响，三个阶段彼此呼应，前一阶段是后一阶段的前提，后一阶段则是对前一阶段的继续深化，三个阶段依次推进，方可确保城市规划建设中交通与土地利用的协同发展。

注释

①也可对方案支路网进行修改，但往往其影响作用较小。

## 【参考文献】

- [1] 王树盛.交通与土地利用一体化分析技术及其应用——以昆山总体规划为例[J].城市规划,2010,34(增):130-135.
- [2] 杨帅,陈刚.交通系统仿真在城市规划交通影响评价中的应用前瞻[J].上海城市规划,2009(6):65-68.
- [3] 杨敏,陈学武,王伟等.基于人口和土地利用的城市新区交通生成预测模型[J].东南大学学报,2005,35(5):815-819.
- [4] 肖秋生,徐慰慈.城市交通规划[M].北京:人民交通出版社,1990.
- [5] 刘灿齐.现代交通规划学[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [6] 石飞,王伟,陆建.居民出行生成预测方法的归纳和创新[J].城市交通,2005,3(1):43-46.
- [7] 易汉文.城市分析与交通预测[M].武汉:湖北科学技术出版社,1994.
- [8] 王垚,郑剑锋.基于人口和土地利用的新城区交通生成预测分析[J].公路,2014(8):11-16.
- [9] 傅白白,于善初.OD反推技术下的高强度开发片区容积率确定方法[J].规划师,2014(10):58-63.
- [10] 徐循初,汤宇卿.城市道路与交通规划[M].中国建筑工业出版社出版,2007.

## 【作者简介】

傅白白，女，博士，山东建筑大学建筑城规学院，教授，博士生导师。电子信箱：  
fubaibai@163.com

于善初，男，硕士，山东建筑大学建筑城规学院。电子信箱：shanchugg@126.com

曹鸿雁，女，硕士，山东建筑大学建筑城规学院，讲师。电子信箱：chy2004@126.com

孙海涛，男，本科，山东建大建筑规划设计研究院，助理工程师，初级职称。电子信箱：  
903633158@qq.com