

城市中心区交通容量研究

杨涛¹ 陈建凯² 於昊¹

(1. 南京市交通规划研究所, 南京 210029; 2. 深圳市城市规划设计研究院, 深圳 518031)

【摘要】分析了大城市中心区土地利用及城市交通特性, 提出并建立了城市中心区道路网容量和停车容量模型, 以及中心区土地利用与交通容量的互动优化模型, 可用于对城市中心区合理开发强度、交通需求管理(TDM)对策的研究及应用等领域。

【关键词】交通容量; 土地利用; 中心区; 交通需求管理(TDM)

Research on Transportation Capacity of
City Center Area

YANG Tao¹, CHEN Jiankai², YU Hao¹

(1. Nanjing Institute of City Transportation Planning, Nanjing 210029, China; 2. Institute of Shenzhen Urban Planning, Shenzhen 518031, China)

Abstract: Analyzed the landuse and transportation characteristic of large city center area, brought up and established the capacity model of road network and parking in city center area, established the interactive and optimizing model of the land exploitation and transportation capacity of city center area. It can be used for research and application of the reasonably development strength in city center area, transportation demand management(TDM).

Keywords: transportation capacity; landuse; city center area; transportation demand management(TDM)

作者简介: 杨涛, 男, 南京市交通规划研究所所长, 教授, 博士生导师。

E-mail: yangtao@nictp.com

收稿日期: 2003-07-05

城市中心区是指建成区内社会经济和土地开发活动最密集的那部分地域范围。城市中心区内部的高度密集性和它城市职能的中心地位, 使得它与城市中其它地区相比有着鲜明的特点。人口密度最高, 交通最拥挤, 同时又是城市的交通枢纽集中的地区, 服务于占城市很大比例的人口, 城市中心区的容量是否满足需求在很大程度上反映了整个城市的交通运行质量, 所以, 中心区交通容量的研究在城市规划和交通规划中都有重要的理论及应用价值, 可用于对城市中心区合理开发强度、交通需求管理对策的研究及应用等领域。

1 城市中心区用地及城市交通特性

1.1 大城市中心区的用地结构特性

(1) 中心区事务和商业活动的高度密集性, 土地利用强度高, 产生了大量的“向心”交通。在市场经济条件下, 中心区的零售商业迅速增长, 商业区范围扩大, 商业建筑密集度加大, 金融和商业机构向市中心集中。

(2) 中心区产业结构的显著特点是由第二产业向第三产业转化, 吸引和发生了大量的因第三产业而引起的非工作出行。工业化大城市中心区的第三产业比重已占70%以上, 80年代以来, 我们大城市中第三产业比重也不断上升。

(3) 人口密度大, 人均用地少, 用地价格高, 基础设施建设一次性投入花费昂贵。

(4) 中心区用地布局大致已定, 很多用地因为各种不同的原因不能用来进行道路设施建设, 限制了基础设施的进一步发展。

1.2 大城市中心区的交通特性

(1) 出行吸引力较强, 相对可达性高。中心区是社会经济活动高度密集的地方, 既有较强的吸引力, 又有很强的辐射力, 各种交通服务设施相对齐全。

(2) 交通流量大, 交通方式复杂。中心区拥有大量的工作岗位、商业、娱乐场所、办公楼, 这些公共设施的交通吸引力强, 同时, 由于交通枢纽的位置, 所以有

大量的人流、非机动车、机动车在此经过，交通构成复杂，组织混乱。

(3) 城市中心区用地紧张，交通建设用地面积小。

(4) 昼夜交通量、人口反差大。中心区是第三产业集中的地区，白天区内的人口大部分都为服务对象，自由流动，居住在其中的人口只占一小部分，易产生严重的“潮汐”式交通。象英国伦敦的中心区白天人口达150万人，晚上则不足4万人。

(5) 过境交通量大。城市中心区特定的地理位置和交通条件及功能构成决定了经过中心区的交通量特别大，尤其是在上、下班高峰，或者节假日，中心区的多数路段和交叉口都处于高饱和状态。

(6) 对外地人吸引力强。凡是到大城市的外地人一般都会到城市中心区去，或是去政府机关、金融银行系统、涉外公司办公，或是去采购工厂的产品，或是购买生活用品，本市中最有名气的产品、商品都会在中心区出现。

(7) 交通中转量大。中心区的公共交通网网密度、站点密度、重复系数都相对较高，是公共交通网和道路网的枢纽位置，在本地区换乘的人数多。

(8) 停车需求大，停车短缺。中心区吸引了大量的以中心区为终点的出行，但因为中心区地价高，用地紧张，对停车场的投入力度不足，因此，无论是自行车还是机动车占道停车、路边乱停的现象都很严重，路外停车设施严重不足，影响到动态交通的运行。

(9) 内部行人流量大，过街行人多。大量的百货公司、商场、文化娱乐中心吸引了很多的“游逛”性质的人流，他们随意在各种公共建筑里流动，为了减少步行距离，穿越了中心区内的各种干道，为干道上机动车辆和非机动车辆的行驶都带来了一定的困难。

(10) 交通服务水平低，交通环境差。中心区寸土寸金，交通量大，行人、自行车、机动车相互干扰，造成道路服务水平低下，缺乏和谐的行人、自行车、机动车的交通运行环境。中心区的交通服务水平低，主要反映在车辆的行驶速度迟缓，交叉口处车辆受阻严重。

2 城市中心区路网和停车容量

城市中心区交通容量主要由两部分决定，一是城市中心区道路系统容量，即动态交通容量，二是城市中心区停车系统容量，即静态交通容量。完善的城市道路系统应由完善的动态交通系统和静态交通系统组成，这两个子系统在交通系统中具有同等重要的地位，城市中心区交通容量由这两个子系统共同决定。无论是从交通方式、交通需求、交通供给的角度来看，交通状态的好坏都与这两个子系统休戚相关，在一定的交通管理和交通控制条件下，中心区的路网和停车容量是决定中心区交

通状态的重要因素。

2.1 中心区路网容量

城市的中心部位不仅是全市公共服务部门聚集的主要场所，同时也是大量居民和劳动者的所在地，城市中心区的功能是极其复杂的，这是因为在其吸引力范围内影响着一大片城市化的地区。城市中心区的居民、劳动者以及为文化生活和其它目的从城市各处来中心区的人们共同构成了稳定的交通流。

为适应这种趋势，在大城市中心区必须保证中心区和市内其它区以及郊区之间有一个方便的交通网，以尽量缩短中心区与外界的时间距离，分散和汇集客流。中心区需结合用地铺设一定密度的路网，且其数量和质量均应高于其它地区以满足需要。

对于中心区的路网容量可用时空消耗法和出入口通行能力法，时空消耗法在文献[1]中已有详细描述，限于篇幅，不再赘述，本文主要讨论进出口通行能力法。

进出口通行能力法是考虑在中心区有限的面积内，由于中心区特定的地理位置、交通条件及功能构成决定了进出中心区的交通量特别大，尤其是在上、下班高峰或节假日，中心区的多数路段都处于高饱和状态，在很多时候，这些情况都发生在中心区的出入口处。因此，在中心区内部交通量很小，内部路网容量足够的情况下，中心区的各个出入口的容量自然就成为中心区交通的“瓶颈”，制约了中心区交通的顺畅行驶。这样就可以将中心区边界的出入口处的容量作为中心区整个路网容量的决定性因素，从而将问题简化，避免大量的交通调查。以图1为例来说明。圆形为中心区边界线，横线和竖线代表中心区内外道路，箭头指示交通流运行的方向（本章中研究对象如不作另外说明，均针对高峰小时而言）。

$$C = C_{in} + C_{out}$$

式中， C 为中心区路网容量； C_{in} 为中心区进口道通行能力； C_{out} 为中心区出口道通行能力。

$$C_{in} = \sum A_i$$

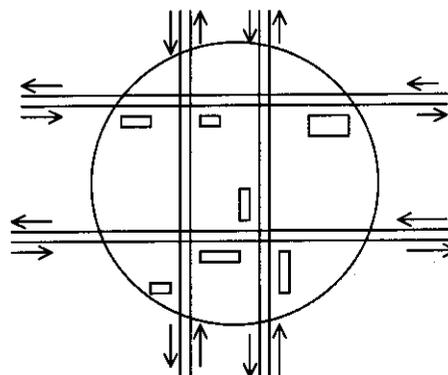


图1 中心区道路网交通容量示意图

$$C_{out} = \sum G_i$$

$$C_m = \sum A_i - P_1$$

式中, C_m 为中心区交通吸引容量; A_i 为第 i 进口通行能力; P_1 为中心区通过进口的过境交通总和。

$$C_G = \sum G_i - P_2$$

式中, C_G 为中心区交通发生容量; G_i 为第 i 出口通行能力; P_2 为中心区通过出口的过境交通总和。

在上述分析中, 假设通过进口的过境交通和通过出口的过境交通分布概率相同, 可得

$$P = P_1 + P_2$$

$$P_1 = P_2 = (1/2)P$$

式中, P 为中心区过境交通的总和。

因为中心区存在一部分过境交通, 占用了中心区路网容量的一部分, 因此可供中心区发生和吸引交通所利用的路网容量为

$$C_m = C_a + C_g = \sum A_i + \sum G_i - P$$

此处的 A_i 、 G_i 并非直接采用进出口的通行能力, 因为我们研究的是满足一定速度、舒适度的路网容量, 需根据不同的服务水平采取不同的数值, 建议采用 v/c 值作为服务水平的标准进行求算。

从有效交通的观点来看, 在理想状况下, P 值应为零, 它的出现是由于中心区用地布局、路网布局、路网容量等因素的局限性造成的, 可将其作为中心区交通改善的一个入手点, 采用适当的措施将其最小化, 以提供更多的道路用地空间给其它 O 、 D 点在中心区的使用者。

2.2 中心区的停车容量

使用汽车时, 在出行前后作为放置汽车的地点以及作为与办公、文化、娱乐等场所的连接点, 汽车停车场起着重要的作用。在城市中设置停车场的目的就是在城市供汽车使用, 保障交通畅通, 给公众提供方便, 维持和增强城市的功能。在中心区, 若停车场的建设不及时, 由于汽车使用者不守秩序以及停车规则不健全, 路上停车会进一步造成交通混乱。

可见, 在现代化的城市中心区, 城市中心区的容量实现不仅要依赖道路网络的通行能力, 同时要有赖于道路停车场所能提供的停车容量, 中心区交通容量的提高很大程度上取决于静态交通的解决。中心区的机动车停车容量

$$C_p = \alpha \times \sum N_i$$

式中, α 为高峰小时的平均周转率; N_i 为第 i 个停车场的停车车位数。

以图 2 为例分析中心区停车特性。

曲线 1 为没有停车限制时进入该区停车的车辆变化, 曲线 2 为不进行停车控制时 (如停车时间和停车费用),

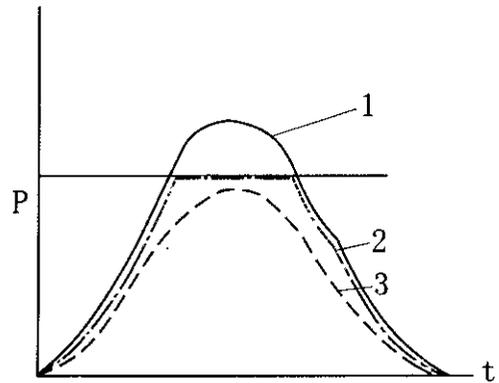


图 2 停车能力对区域停车状况的影响

停车的车辆变化, 曲线 3 为对区域内车辆的停放进行限制以后该区停车的车辆变化。在没有停车限制的情况下, 在高峰时段及其紧前和紧后时段, 停车需求总是大于停车容量的; 在不进行停车控制的情况下, 高峰时段及其前后, 容量得到了充分利用, 在非高峰时段停车容量也都满足了需求; 在进行停车限制的情况下, 只有高峰时段的容量得到了充分利用, 其余时间则有较多的车位闲置。从现象上看, 似乎用控制方式 2 更有利于发挥停车容量, 事实上它的高效是因为很多的使用者停车时间过长, 其它使用者被迫放弃停车或者去别处停车。对于控制方式 3 而言, 尽管它的停车场的使用效率较方式 2 低, 但它却是鼓励短期停车, 将车位让给了更多的使用者, 体现了社会公平性。

为充分利用停车场的停车能力, 提高其使用效率, 对停车场应配合土地使用, 按不同的方式进行管理, 以满足停车需求并引导交通流量、流向的合理构成。

(1) 免费停车场, 多见于地面停车场, 如住宅区或商业区的路上或路边停车场, 大型公用设施和邮局、商店、饭店、宾馆的办公大楼等的配建停车场, 泊车者的出行目的一般多为购物, 故停车时间较短, 车位的周转率不致过低。但由于免费停车, 使一部分泊车者的时间观念淡化, 有可能不必要的延长了泊车时间, 降低了车位周转率。

(2) 限时停车场, 限制车辆的停泊时间, 并且辅以适当的处罚措施, 这种方法能有效的提高停车场的车位周转率。限时停车场设置限时装置, 由泊车者自己启用, 交通警察和执勤人员经常来往监视。

(3) 限时免费停车, 是在限时泊车的基础之上, 辅以收费的管理措施, 不超过限定时间的泊车者, 享有免费停车优惠, 超过限定时间者如需继续停车, 则必须支付一定的停车费用, 这类停车场不仅能保持较高的利用率, 也能保持较高的车位周转率。

(4) 收费停车场, 无论停泊时间的长短, 均收取停车费用。一般有两种收费方式, 即计时收费和不计时收

费。前者每车位的收费随泊车时间长短而变化；后者不论泊车时间收取相同的费用。

(5) 指定停车场, 又称指定停车车位, 是指通过标志或地面指示指明专供某种人或某种性质的车辆停放的停车场所, 这种停车管理方式在国外较流行。一般分为如下两种, 一种指明临时性停车, 如接送客人的出租车临时停车位, 装卸货物, 传递邮件的临时停车位, 另一种是为照顾残疾人、老年人及医护人员等停车而设置的。

对于非机动车而言, 由于其占地较小, 机动灵活, 容易“见缝插针”, 在停车场地不足或停车步行距离较远的情况下, 易于就近停放, 因此将停车场外停放的车辆也计算进来。

中心区的非机动车停车容量:

$$C_b = M\gamma(1 + \beta)$$

式中, M 为中心区非机动车停车场所能提供的停车位; γ 为高峰小时自行车停放周转率; β 为停车场外停车所占的比例。

对于 M 而言, 依据不同的服务水平确定其数值, 在服务水平较高的情况下, 自行车停、走都很方便, 对于服务水平较低的情况, 自行车停、走都很吃力, 建议以平均停车面积与标准停车面积的比值作为服务水平的判定标准来评判其停车服务质量。

事实上, 在自行车场地充足, 分布、收费合理, 管理、控制严格的情况之下, $M\gamma\beta$ 这项是不存在的。但是目前, 由于我国自行车众多, 规划和管理、控制仍未达到很高的标准, 在现行条件下, $M\gamma\beta$ 仍将存在很长一段时间。 β 的数值可以通过调查获得, 一般来说, 在规划布局合理, 管理、控制严格的情况下, β 较小, 反之, β 则较高。

3 中心区交通容量

中心区的交通容量由动态交通、静态交通和土地利用相互影响, 共同作用。停车设施不单单是静态交通的问题, 更是一个以静制动的重要手段, 要从动态交通、静态交通及土地利用平衡的角度考虑停车场的设置, 把它作为交通需求管理和交通控制的有力手段。欧美发达国家通过制定中心区不同的规划停车标准来达到其交通需求管理和交通调控的目的。

3.1 中心区静态交通供求关系模型

中心区土地利用的类型和强度与人们的社会经济活动有关, 同时与动态、静态交通也有密切关系。非公交的机动车出行也是土地利用的函数, 它与停车需求有更为密切的联系, 由此沟通了动态交通和静态交通的有机联系。

同济大学晏克非教授对中心区土地利用与静态交通需求关系进行过系统研究, 提出了土地利用类型分析模

型并辅以优化的方法来确定静态交通发生率^[2]。

停车需求是土地利用的函数, 任何一分区的某一类用地与静态交通的关系可以表示为:

$$Pd_{ki} = f(L_{ki})$$

式中, Pd_{ki} 为 k 分区内 i 用地标准日停车数; L_{ki} 为 k 区 i 类用地的土地利用指标。 Pd_{ki} 与 L_{ki} 一般为正比关系, 故有

$$Pd_{ki} = \alpha_i L_{ki}$$

式中, α_i 为比例常数, 也就是 i 类用地的静态交通发生率, 则分区内停车需求总量可以用 Pd_k 表示

$$Pd_k = \sum Pd_{ki} = \sum f(L_{ki}) = \alpha_i L_{ki}$$

几个分区则有几个表达式

$$Pd_1 = \sum \alpha_i L_{1i}$$

$$Pd_2 = \sum \alpha_i L_{2i}$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$Pd_n = \sum \alpha_i L_{ni}$$

若用地分类数为 m , 则上述这些方程可以用矩阵形式表示

$$\begin{pmatrix} Pd_1 \\ Pd_2 \\ \vdots \\ Pd_n \end{pmatrix} = (\alpha_1 \quad \alpha_2 \quad \dots \quad \alpha_m) \begin{pmatrix} L_{11} & \cdot & \cdot & L_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ L_{m1} & \cdot & \cdot & L_{mn} \end{pmatrix}$$

若 $P_k, L_{k1}, \dots, L_{kn}$ 为 m 个小区观测得到的 m 组样本, 则 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ 便是上述线性方程的待定系数。

这样分析各类用地的停车发生率就可以归结为求解 α_i 的问题, 若是 α_i 已知, 则计算小区或用地单元的车辆停放需求只要输入各类用地指标即可。

由土地利用和静态交通的关系可知, $\alpha_i > 0$, 若要除去 $\alpha_i > 0$ 这一约束条件, 又很难使回归通过检验, 这里采用优化求解的方法来克服这一问题, 即选用某个函数作为目标函数, 确定某些约束条件, 通过一定的算法使目标函数最优。

定义 $E = \| Pd - AL \|$
 E 为向量 Pd 与 AL 的模

E 表示了预测静态交通与实测静态交通的误差, E 越小, 表示预测和实测吻合程度越好, 此外, A 的各分量应满足非负条件, 即

$$\alpha_i > 0$$

还可根据问题的需要给变量 α_i 以一定的限制

$$f(\alpha_i) \geq 0$$

于是, 求解停车需求量就可以归结为下列非线性优化问题

目标函数 $\text{Min} E = \| Pd - AL \|$

$$\text{s. t. } \begin{cases} \alpha_i \geq 0 \\ f(\alpha_i) \geq 0 \end{cases}$$

对于上述问题, 可以很方便的利用 EXCEL 软件当中的规划求解宏进行计算。

故机动车停车需求 $C_p' = \alpha_i \times L_{ki}$

因为中心区的交通吸引需要停车设施, 而发生和过境交通并不需要, 因此将路网对吸引交通的容量和发生交通的容量分开研究。

若 $C_p/C_p' \geq 1$, 即供给能力大于停车需求, 即认为停车容量对吸引交通容量无任何影响, 此时 $\sum A_i - P/2$ 即为吸引交通容量。

若 $C_p/C_p' \leq 1$, 即停车供给能力小于停车需求, 此时的路网容量由于停车容量的不足而不能得到充分利用。

$$\begin{aligned} C_a &= \sum A_i - P/2 \quad (C_p/C_p' \geq 1) \\ C_a &= (\sum A_i - (P/2)) - (\sum A_i - (P/2)) \\ &\quad \alpha_j f(C_p, C_p') \quad (C_p/C_p' \leq 1) \end{aligned}$$

式中, α_j 为 j 种目的吸引交通所占的比例; $f(C_p, C_p')$ 为 j 种目的因停车不足而引起的出行减少。

对于发生交通而言, 并不需要停车设施, 因此其交通容量即为

$$C_G = \sum G_i - (P/2)$$

可以看出, C_p, C_p' 之间的关系是影响中心区吸引交通容量的关键, 一方面可以利用各种政策措施来提高停车场的利用率, 增大 C_p 值, 另一方面, 在现状交通条件下, 应合理控制中心区的土地开发强度, 引导、控制交通生成向

我们所需得到的方面发展, 再有就是调整中心区的客运构成。

3.2 中心区动、静态交通关系与交通容量分析

通过上述推理分析, 已明确了道路网动态容量 C_m 、中心区静态交通的供求关系(也即 C_p, C_p' 关系), 此时, 再来分析中心区交通容量与动、静态交通的供求关系。

事实上, 中心区的停车需求 C_p' 与中心区交通发生、吸引直接关联。通常对社会机动车而言, 只要有一次交通产生, 就会有一次停车需求。因此, 如果要使中心区动、静态交通容量相匹配, 必须同时满足:

$$\begin{aligned} C_p' &\leq C_m \\ C_p' &\leq C_p \end{aligned}$$

否则, 必然出现中心区道路交通拥堵或者停车供不应求状况。从国际经验看, 中心区土地价格都是一个城市中最昂贵的, 其开发密度、开发强度都是城市中最高的地区, 因此, 也是交通吸引力最强的地区。正因为这样, 可以说, 任何一个大城市都不能指望完全通过交通供应来满足交通需求, 必须通过多种方式和手段来调控中心区的交通需求。其中通过限制停车供应量来减少道路动态交通需求量就是一种重要手段。从定量关系来分析, 也就是通过减少 C_p 来限制 C_p' , 从而实现 $C_p' \leq C_m$ 的目的。

3.3 中心区车容量及人容量的关系

以上分析是基于社会机动车出行而言的。在中心区交通出行量中, 还有公交车、出租车, 甚至轨道交通等方式。这些出行通常不产生停车需求的。因此, 衡量中心区交通容量, 如果仅仅用路面机动车、静态交通容量来衡量, 显然是不真实的, 而且很容易造成对决策者和使用者的误导。

交通的目的是为了实现人和物的移动, 因此取用“人容量”为指标更具有针对性和有效性。中心区的客运能力(人容量)表示为

$$N = \sum_{i=1}^F C_i N_i P_i + C_1 \alpha_1 + C_0 \alpha_0$$

式中, C_i 为在现行的公交管理和控制下 i 路公交车的高峰小时最大周转次数; N_i 为公交车在中心区的车站数; P_i 为高峰小时 i 路公交每站平均下车人数; F 为中心区公交车路线数; C_1 为高峰小时中心区小汽车数; α_1 为小汽车的平均载客数; C_0 为其它车辆数, 为其它车辆的平均载客数。

在中心区道路用地已经固定及路网容量确定的情况之下, 上式满足下列约束条件

$$\eta_1 \sum_{i=1}^F C_i + \eta_2 C_o \leq C_{in}$$

式中, C_{in} 为中心区进口道通行能力; η_1, η_2 分别为公共汽车和其它车辆的当量系数。

对客运能力考察不难发现, $\sum_{i=1}^F C_i N_i P_i$ 是客运能力当中最主要的部分, 是调整 N 值最为有效的方法。例如采用公交优先、汽车专用道等措施, 此时

$$N = \sum_{i=1}^F (C_i + \Delta_i) N_i P_i + (C_t - \Delta_t) \alpha_t + (C - \Delta_o) \alpha_o$$

式中, Δ_i 为 i 路公共交通高峰小时的最大周转增加量; Δ_t, Δ_o 分别为小汽车和其它车辆的变化量。

满足下列约束条件

$$\eta_1 \sum_{i=1}^F (C_t - \Delta_t) + (C_o - \Delta_o) \leq C_{in}$$

运用时空消耗的理论进行效果评价并寻优。假设土地利用的交通吸引强度 A 不变, 公共交通由于实行公交专用道等一系列措施周转量得到提高, 导致一部分出行交通转移到公共交通方式上来。

时空总资源 $TSR = S_{有效} \times T_{有效}$
公共交通占用时空资源

$$TSR_{公交} = \sum_{i=1}^F (C_i + \Delta_i) h_i / v_i$$

其余车辆可用时空资源

$$TSR_{其余} = TSR - TSR_{公交}$$

因此有

$$TSR_{其余} = (C_t - \Delta_t) \chi (h_t / v_t) - (C_o - \Delta_o) \chi (h_o / v_o)$$

将中心区动态车头间距与速度的关系带入上式有

$$TSR_{其余} = (C_t - \Delta_t) \chi (f(v_t) / v_t) - (C_o - \Delta_o) \chi (g(v_o) / v_o)$$

因为在中心区高峰小时基本上为跟车行驶, 故存在

$$v_t = v_o$$

将车辆的平均出行距离代入, 从而可以将中心区车辆的可能运行速度求出。

对于 $\Delta_t, \Delta_i, \Delta_o$ 的调整可以通过寻优的方法来进行, 依据不同的目的选用不同的目标函数进行。例如

$$\begin{cases} G_{公交} \geq L_1 \\ N \geq L_2 \\ J \leq L_3 \end{cases}$$

式中, $G_{公交}$ 为单个公交车辆收益; N 为中心区客运能力; J 为路网拥挤度; L_1, L_2, L_3 为目标值, 常数。

在寻优的过程中目标函数的选用和目标值的确定十分重要, 它最终影响着公交和其它车辆的调整量, 应依据具体的情况确定相应的目标函数, 选用适当的目标值, 这样才能达到目的。

4 结论

中心区交通容量问题尽管是城市交通非常敏感而重要的问题, 但是, 对此问题的研究却非常薄弱。本文应用交通工程学的基本原理, 对中心区交通容量进行了理论性的推导和剖析, 初步揭示了中心区动静态交通容量的本质、相互关系, 车容量与人容量的区别, 期望由此引导人们对中心区交通问题的正确理解和解决中心区交通拥挤政策、措施的正确选择。本文给出的理论分析框架并不复杂, 尽管限于篇幅, 没有给出实际应用的例子, 但是, 相信对实际城市交通工作的部门和同行们是有借鉴意义的。

参考文献

- 1 杨涛. 城市交通网络总体性能评价与建模—理论方法及应用研究 [D]. 南京: 东南大学, 1995.
- 2 晏克非. 大城市土地利用与交通发展模式研究, 国家“七五”重点科技攻关项目“大城市综合交通体系规划模式研究”第4子课题成果报告 [R]. 上海: 上海城建学院 (今同济大学), 1990.
- 3 陈光庭 主编. 城市交通对策研究 [M]. 北京: 科学技术出版社, 1991.
- 4 [苏] M·C·费舍里松. 城市交通 [M]. 任福田, 等译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1984.
- 5 徐吉谦 主编. 交通工程总论 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1991.
- 6 [英] R·J·索尔特著. 道路交通分析与设计 [M]. 张佐周译, 中国建筑工业出版社, 1982.
- 7 [日] 渡边新三等. 交通工程学 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1980.