

关于小区开放对道路通行的影响问题的研究

摘 要

随着城市规划建设管理的进一步工作,小区开放逐渐形成主流态势,然而小区开放后,除去安保问题外,其能否达到优化路网结构,提高道路通行能力,改善交通状况的目的,以及改善效果如何,值得商榷。本文通过以云环境下浮动车道路通行情况为数据支撑,选取合适的评价指标体系,建立基于改进的 *BP* 神经网络评价模型,以及车辆通行的相关模型为主导分析,研究更注重对各类指标参数特性进行定性与设定主要反映程度进行定量关系确定的特点,考虑的情况更为复杂,更贴近实际,因而求解得出各类反映程度值来比较各类型小区开放前后对道路通行的影响并进行分析后,提出我们关于小区开放的一些合理化建议,更具备实际应用价值和更重要的指导意义。

问题一,主要研究选取合适的评价指标体系,用以评价小区开放对周边道路通行的影响。本文选取特定城市为合肥市,收集该城市典型小区周边道路通行情况的各类数据,之后确定影响较重要的 14 个因素作为评价指标,并形成一级和二级体系,初步分析各指标的相关影响程度,建立基于改进的 *BP* 神经网络评价模型并设置评分值 I 和 5 个评分等级进行具体评价。

问题二,主要建立关于车辆通行的数学模型,用以研究小区开放对周边道路通行的影响,本文以浮动车为基本对象,在云环境下收集各类指标体系下的大量数据后建立车辆通行(CEFCPVM)模型和行程计算(CEFCPVSCM)模型,并进行一般和综合类型分析得出改进的行程计算公式,并且考虑小区周边道路外部因素影响增加 3 类评价指标,与第一问联系,通过建立更新的改进型 *BP* 神经网络评价模型进行定性分析并设置更新后的评分值 I' 和 5 个评分等级进行具体评价。

问题三,主要研究在问题一,问题二的基础上,充分考虑小区结构及周边道路结构、车流量等影响因素,在 Google earth 软件技术下选取或构建不同类型的小区,在基于 GS-CTM 动态仿真算法条件下对各类小区不同周边情况进行动态仿真并得到相关需求系数 k ,结合已建立的更新的改进型 *BP* 神经网络评价模型并得到评分 I' ,在控制变量情况下设立迭代精度作为权重 ε ,以综合评分 $P = I' + \varepsilon k$ 对各类型小区开放前后道路通行的影响进行量化比较。综合评价,在繁华的地段对采用外环路网结构的小区施行交通开放,可以有效提高小区周边路段的通行能力,显著缓解该区域的车辆拥堵情况,大大缓解城市交通压力。

问题四,主要是根据前三个问题所构建的模型和研究的成果,结合生活实际,在保证所有各类指标参数特性进行定性与设定主要反映程度进行定量关系确定的前提下,充分考虑复杂情况比较各类型小区开放前后对道路通行的影响,各类评价指标和模型系统完成任务的可靠性与有效性,分析系统的发展趋势,具备实际应用价值和更重要的指导意义,从交通通行的角度,向城市规划和交通管理部门拟制的建议书提出三个坚持并提出我们关于小区开放的六类合理化建议。

关键词: 开放小区 云环境浮动车 CEFCPV(SC)M 模型 改进型 *BP* 神经网络评价模型
Google earth GS-CTM 动态仿真算法

一、问题重述

2016年2月21日，国务院发布《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》，其中第十六条关于推广街区制，原则上不再建设封闭住宅小区，已建成的住宅小区和单位大院要逐步开放等意见，引起了广泛的关注和讨论。

除了开放小区可能引发的安保等问题外，议论的焦点之一是：开放小区能否达到优化路网结构，提高道路通行能力，改善交通状况的目的，以及改善效果如何。一种观点认为封闭式小区破坏了城市路网结构，堵塞了城市“毛细血管”，容易造成交通阻塞。小区开放后，路网密度提高，道路面积增加，通行能力自然会有提升。也有人认为这与小区面积、位置、外部及内部道路状况等诸多因素有关，不能一概而论。还有人认为小区开放后，虽然可通行道路增多了，相应地，小区周边主路上进出小区的交叉路口的车辆也会增多，也可能会影响主路的通行速度。

城市规划和交通管理部门希望你们建立数学模型，就小区开放对周边道路通行的影响进行研究，为科学决策提供定量依据，为此请你们尝试解决以下问题：

1. 请选取合适的评价指标体系，用以评价小区开放对周边道路通行的影响。
2. 请建立关于车辆通行的数学模型，用以研究小区开放对周边道路通行的影响。
3. 小区开放产生的效果，可能会与小区结构及周边道路结构、车流量有关。请选取或构建不同类型的小区，应用你们建立的模型，定量比较各类型小区开放前后对道路通行的影响。
4. 根据你们的研究结果，从交通通行的角度，向城市规划和交通管理部门提出你们关于小区开放的合理化建议。

二、问题分析

随着时代发展，我国正在推广街区制，原则上不再建设封闭住宅小区，已建成的住宅区要逐步开放，此举打破了固有的封闭式生活居住方式，由于小区多邻路而建，开放后的小区也将融合于现代城市路网系统，除了安保问题外，开放小区能否达到优化路网结构，提高道路通行能力，改善交通状况的目的，以及改善效果如何都有待研究。目前已形成两类观点，一是小区开放后，路网密度提高，道路面积增加，通行能力自然会有提升；二是小区开放后，虽然可通行道路增多，但小区周边主路上进出小区的交叉路口的车辆也会增多，可能会影响主路的通行速度。现考虑小区面积、位置、外部及内部道路状况等诸多因素，将问题具体化，建立起相应的数学模型进行研究。

问题一，主要研究选取合适的评价指标体系，用以评价小区开放对周边道路通行的影响。本节中先是选取特定城市，收集该城市典型小区周边道路通行情况的各类数据，之后确定影响较重要的因素作为评价指标，并形成体系，建立基于改进的 **BP** 神经网络评价模型。

问题二，主要建立关于车辆通行的数学模型，用以研究小区开放对周边道路通行的影响，本节中以浮动车为基本对象，在云环境下收集各类指标体系下的大量数据后建立车辆通行模型，并且考虑小区周边道路外部因素影响增加部分评价指标，与第一问联系，通过建立更新的改进型 **BP** 神经网络评价模型进行定性分析。

问题三，主要研究在问题一，问题二的基础上，充分考虑小区结构及周边道路结构、

车流量等影响因素，在 Google earth 软件技术下选取或构建不同类型的小区，在基于 GS-CTM 动态仿真算法条件下对各类小区不同周边情况进行动态仿真，结合已建立的更新的改进型 BP 神经网络评价模型，在控制变量情况下设立迭代精度作为权重，以综合评分对各类型小区开放前后道路通行的影响进行量化比较。

问题四，本章是根据前三个问题所构建的模型和研究的成果，结合生活实际，从交通通行的角度，向城市规划和交通管理部门提出我们关于小区开放的一些合理化建议。拟制建议书是为是否继续推行小区开放化提供辅助决策支持的一个有力手段。拟制的建议书应在保证所有各类指标参数特性进行定性与设定主要反映程度进行定量关系确的前提下，充分考虑复杂情况比较各类型小区开放前后对道路通行的影响，各类评价指标和模型系统完成任务的可靠性与有效性，还应分析系统的发展趋势以更具具备实际应用价值和更重要的指导意义。

三、模型假设

- [1] 假设不考虑节假日期间对交通的突然性影响；
- [2] 假设不考虑小区周边道路有活动、车祸、维修、指挥故障等突然性影响；
- [3] 假设忽略车辆停车时之间的间距；
- [4] 假设忽略天气等自然影响；
- [5] 假设所研究城市具有代表性；
- [6] 假设云环境下数据支持正常、准确；
- [7] 假设小区居民的出行轨迹不变。

四、符号说明

符号表示说明如下：

S	小区的占地面积
C	二级指标影响程度
U	一级指标影响程度
A	周边交通发生吸引量
I	评分值
O	随机点
D	目标点
T	行程时间为
T_1	自由行使阶段时间为
T_2	过交叉口产生的延误时间
T_3	排队时间
l	浮动车排队长度
g	绿灯时长
c	周期时长

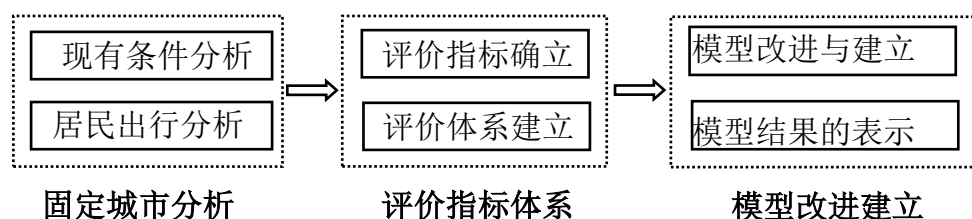
j	绿灯时间内车辆到达前后调整参数
T_d	测量时间
h	交叉口饱和度
l_d	修正系数
k	修正系数
p	绿灯期间车辆到达比
d_a	有信号的交叉口控制延误
d_b	浮动车停车延误
d_c	浮动车减速延误
d_d	浮动车加速延误
l_1	有信号的交叉口等效平均排队长度
d	有信号的交叉口平均控制延误
q	交通流量
l_p	浮动车在交叉口停车占位的平均长度
ε	迭代精度
K	需求系数
P	综合评分
$\tau_a(t)$	实际阻抗
$c_a(t)$	瞬时阻抗
$x_a(t)$	交通量

五、问题一：评价小区开放对周边道路通行影响指标体系的研究

雅典宪章指出了城市的功能是为居民提供休憩、娱乐、教育、交通等服务，城市中的一切基础设施都是为人服务，以最大程度地满足人的需求为目的，服务程度越高，人的出行率也会越高。而城市中的小区是交通发生和吸引的源头，即交通的产生与终止地，所以小区的是否开放，将会直接影响周边的道路通行。如今国家推广街区制，原则上不再建设封闭住宅小区，现有小区也将面临逐渐开放，那么如何评价小区开放对周边道路通行的影响，就显得尤为重要，所以在此需要选取建立合适的评价指标体系，并建立改进的 *BP* 神经网络评价模型进行研究基于此，本章共分如下 3 节：

- 对合肥市居民交通出行情况的研究分析；
- 小区的开放对周边道路通行影响的评价指标体系的建立与分析；
- 改进的 *BP* 神经网络评价模型的建立与分析；

问题一的研究思路如下：



5.1 对合肥市居民交通出行情况的研究分析

开放式居住小区是相对于封闭式住区模式提出的。整个小区景观、商业、配套等设施与城市互相融合、互成一体，为居民提供开放交流空间。而同时，住区内部的居住部分建筑通过各种巧妙的建筑或景观规划设计，从而保证相对独立，以保持住户的安全性和私密性不受侵犯。这样，就形成了兼顾内部居住的小空间与公共开放大空间的结构形式。开放式居住小区的规划思想受到了新都市主义的启迪，有助于提升城市的空间形象，它也让原有的单一封闭的住区功能融合于城市之中。本节以合肥市为例，对合肥市居民交通出行情况进行分析，进而得到小区和周边道路不同条件下的一些车辆通行数据，为之后的模型建立提供数据支持。

5.1.1 合肥市居民交通出行总量

根据合肥年鉴统计调查结果，2015 年主城区居民日出行总量为 199.73 万次，与 2005 年 178.22 万次相比上升 12.06%；居民人均出行次数为 2.36 次 / 日，由于人口增长迅速，与 2005 年 2.57 次 / 日相比下降 8.17%。

5.1.2 合肥市交通出行方式结构

各交通出行方式产生吸引量所占百分比是引导交通合理出行的重要数据依据。

表 1 合肥市交通出行方式结构演变

年份	2012		2013		2014		2015	
出行方式	百分比	对区域交通的影响	百分比	对区域交通的影响	百分比	对区域交通的影响	百分比	对区域交通的影响
全程步行	26.29	低	24.17	低	22.19	低	20.22	低
自行车/电动车	30.02	低	27.31	低	25.16	较低	24.31	较低
公共交通	20.3	低	19.01	较低	18.39	较低	17.11	中
出租车	5.43	中	7.13	较低	7.56	中	8.14	较高
私家车	17.96	较高	22.38	高	26.7	高	30.22	高
合计	100	——	100	——	100	——	100	——

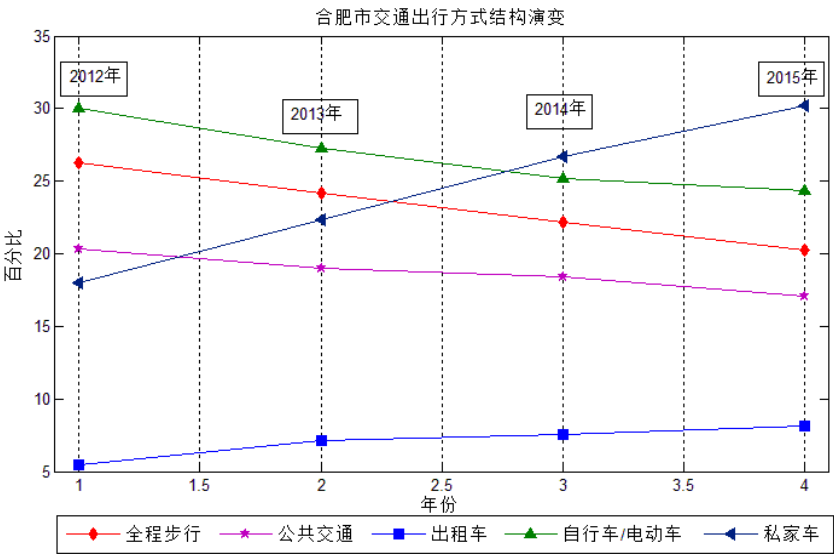


图 1 合肥市交通出行方式结构演变

从图 1 中可看出，近四年来选择全程步行、公共交通、自行车或者电动车出行方式呈下降趋势，选择私家车与出租车作为出行方式的百分比呈上升趋势，对区域交通的影响程度较高，在一定程度上加剧了城市交通的拥堵。

5.1.3 合肥市居民出行目的

由于交通出行需求是一个被动需求，人们都是为了满足一定的生产和生活目的才产生这一出行需求。出行需求一般可分为刚性需求和弹性需求，上班和学习是刚性的出行需求，社交、休闲可认为是弹性的出行需求，购物出行在很大程度上可认为是一种弹性出行。

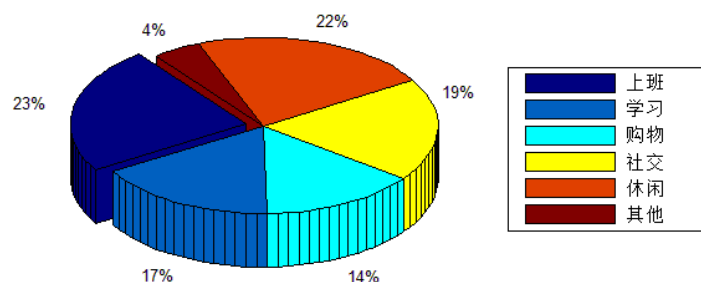


图 2 合肥市居民出行目的

5.1.4 合肥市居民出行时间

合肥市居民出行时间相对集中，主要以城市居民上下班、学生上学放学的时间段为主。据调查居民出行有两次高峰：早高峰在上午 7:30-8:30，早高峰的交通量占全天总出行量的 32.18%；晚高峰出现在下午 18:30-19:30，晚高峰的交通量约占全天交通量的 29.91%。

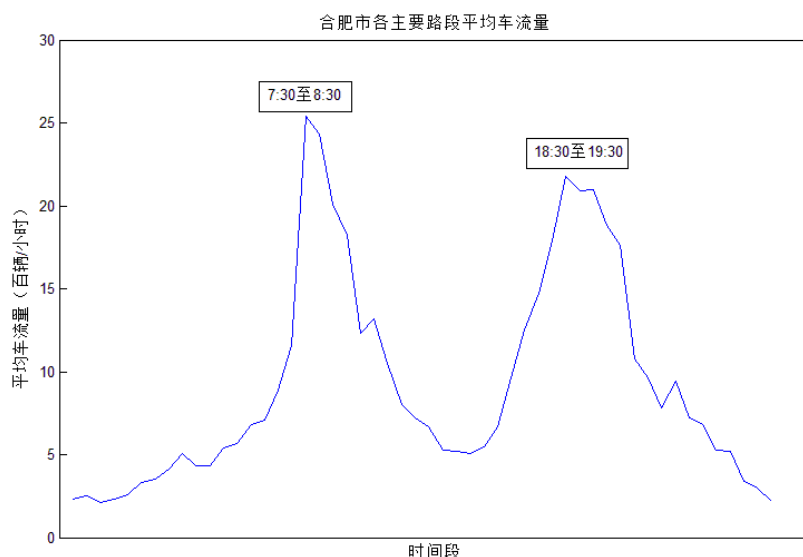


图 3 合肥市主要路段平均车流量

5.2 小区的开放对周边道路通行影响的评价指标体系的建立

开放式小区对周边道路通行能力影响的评价指标应能全面反映小区进行开放式通行后对周边局部路网运行状况的影响。而居住小区和交通设施的自身性能指标都不能单独反映小区开发诱增交通量产生的影响，因此应综合居住小区和交通设施的性能指标，居民小区与交通设施的关系直接表现为交通需求与交通设施能力的关系。根据科学建立

指标体系的原则，本文提出了如图所示的评价指标体系。

两个子系统，分为一级指标体系和二级指标体系，共计 14 个指标。

表 2 指标体系

一级指标体系	二级指标体系
小区内部情况 U_1	小区的占地面积 S
	小区内部道路状况 C_1
	小区内的路网密度 C_2
	小区的人均道路面积 C_3
	小区的绿化程度 C_4
小区周边路网影响 U_2	小区的停车位供求匹配程度 C_5
	周边道路的交叉路口饱和度 C_6
	周边道路路段饱和度 C_7
小区出入口影响 U_3	周边交通发生吸引量 A
	小区的出入口位置设置 C_8
	小区的出入口渠化程度 C_9

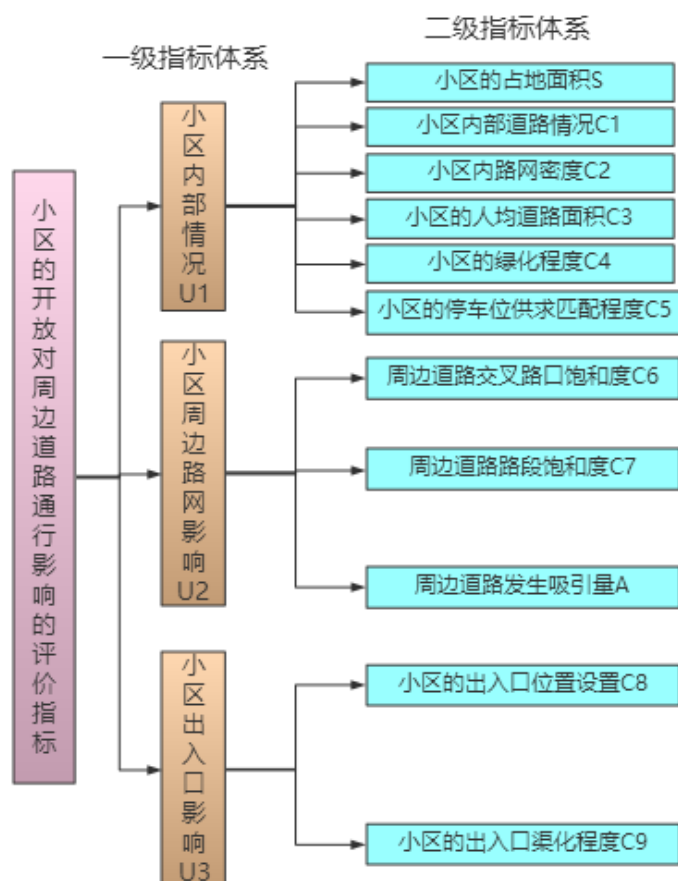


图 4 指标体系框图

◆ 小区的占地面积 S

小区的占地面积越大，其交通开放后对周边道路通行能力的积极效应就越大，越能

缓解周边的交通拥堵情况；

◆ 小区内部道路状况 C_1

小区内部道路状况直接决定着驾驶员是否愿意从小区内通过的主观判断，分为以下种：

(1) 道路状况较好： $C_1 = 3$ ；

(2) 道路状况一般： $C_1 = 2$ ；

(3) 道路状况较差： $C_1 = 1$ ；

◆ 小区内的路网密度 C_2

路网密度指等于某一计算区域内所有的道路的总长度与区域总面积之比，路网密度越大，交通拥堵的情况就越少，小区内的道路一般都为支路，其路网密度较低，约为 $0.19\text{km}/\text{km}^2 \sim 0.28\text{km}/\text{km}^2$ 。

◆ 小区的人均道路面积 C_3

即在小区内人均拥有的道路面积，其值越大交通拥堵的情况就越少；

◆ 小区的绿化程度 C_4

小区的地面绿化程度如果超出了一定界限，则会使小区内道路的通行能力受到局限，一般此界限值取 $C_4 = 0.12$ ；

◆ 小区的停车位供求匹配程度 C_5

计算方式为 $C_5 = \frac{\text{周边需要停靠的车数}}{\text{小区内的停车位数量}}$ ，当 $C_5 < 1$ 时，说明停车位供大于求，不会在

小区内造成拥堵，当 $C_5 > 1$ ，说明停车位供不应求，容易在小区内造成拥堵；

◆ 周边道路的交叉路口饱和度 C_6

交叉口的饱和度的计算方法采用研究区域内各交叉口饱和度带权平均的方法处理。各交叉口的权重为交叉口的通行能力与所有交叉口通行能力之和的比值。即

$$C_6 = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

◆ 周边道路路段饱和度 C_7

采用研究区域内所有道路饱和度带权平均的方法处理。各路段的权重为路段的通行能力与所有路段通行能力之和的比值。即 $C_7 = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$

◆ 小区的出入口位置设置 C_8

出入口的设置最好应和支路相连，再连接到等级高的路段上，不宜直接与城市快速路或主干路相连。在这个评价指标值的计算上，本文分别选取下述四类情况下的连接形式，赋予相应的分值：

(1) 出入口和支路相连，其值为 1；

(2) 直接和城市次干道相连，其值为 2；

(3) 直接和城市主干道相连，其值为 3；

(4) 直接和城市快速路相连，其值为 4；

如果该居住小区有多个出入口，则用取数值平均的方法处理，即所有出入口设置状况得分的总和除以进出口数。

◆ 小区的出入口渠化程度 C_9

对于居住小区而言，其主要交通构成为人、自行车和小汽车。为提高交通安全水平，减少小区出入口交通流对城市道路的干扰，应对出入口进行渠化。相应也可以划分为四个等级：

(1)设置了人行横道、地下通道等行人过街设施且采取了机动车和非机动车的分离措施其值为1;

(2)设置了人行横道、地下通道等行人过街设施，但没有采取机动车和非机动车的分离措施其值为2;

(3)没有设置行人过街设施，但采取了机动车和非机动车的分离措施，其值为3;

(4)既没有行人过街设施，又未采取机动车和非机动车分离措施，其值为4;

同样当居住小区有多个出入口，则用取数值平均的方法处理，即所有出入口渠化得分的总和除以进出口数。

◆ 周边交通发生吸引量 A

不同类别的建设项目，单位指标（如建筑面积、住宅户数、影剧院座位数、医院床位数等）在单位时间内所引发的交通需求。区域、项目类型不一，A 指标差别较大，从酒店式公寓的低值 1.32 辆/百平米高峰小时到综合商业的高值 124.3 辆 / 百平米高峰小时；同一类型中如超市低值为 25.1 辆 / 百平米高峰小时，高值达到 87.3 辆/百平米高峰小时；商场根据其定位不同、区域不同，低值为 5.3 辆 / 百平米高峰小时，高值为 25.3 辆 / 百平米高峰小时。小区的地理位置、常住人数在一定程度上决定了交通发生吸引量。

表 3 不同小区相关指标

周边建筑类别	超市（包括商场、便利店）/个	车站（包括火车站、汽车站）/个	周边小区/个	医院/所	学校/所	酒店式公寓/所	平均交通发生吸引量/辆 / 百平米高峰小时
锦华小区	12	0	5	3	7	6	326.2
西城山水	9	0	3	2	4	4	227.8
乡村花园	4	1	3	2	3	4	144.7
国际花都	7	0	4	1	1	3	170.3
香江国际花园	5	2	2	1	2	7	155.8

5.3 基于改进的 BP 神经网络评价模型的建立

5.3.1 BP 神经网络评价模型模型的构建

BP 神经网络（BackPropagation Network, BP Network），由输入层、隐层、输出层三层构成。输入层各神经元的主作用是接收来自外界的输入信息，并传给中间层的神经元。而中间的隐层主要负责处理内部的信息，中间层可以设计为单隐层或者多隐层结构。隐层通过一系列的算法，完成自学习过程，最终由最后一个隐层把信息传递到输出层。输出层向外界输出最终的结果及数字信息。

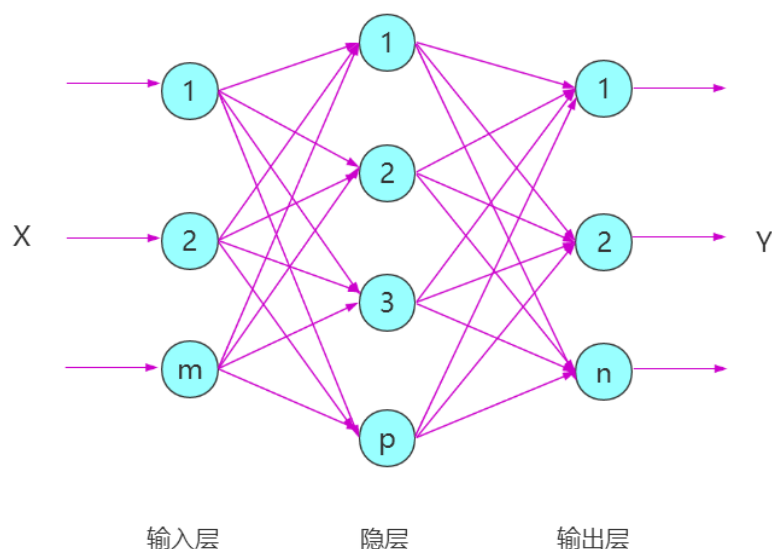


图 5 BP 神经网络层次图

设神经网络有 n 个输入神经元， m 个输出神经元和 p 个隐层神经元，则神经元的输出为： $x_i^1 = \sigma(\sum_{j=1}^n \omega_{ij}^0 x_j + \omega_{i0}^0)$, $i = 1, 2, \dots, p$ 输出层神经元的输出为：

$$y_i = \sum_{j=1}^p \omega_{ij}^0 x_j^1 + \omega_{i0}^0, i = 1, 2, \dots, m, \text{ 式中: } \omega_{ij}^0 \text{ 代表相互两层神经元之间的权值。}$$

5.3.2 改进的 BP 神经网络评价模型的算法步骤

通过上述分析，结合已确定的道路通行能力评价指标，可以得到道路安全评价的模型和具体步骤。

- ◆ 确定评价指标体系；
- ◆ 确定目标向量。输出层的神经元以不同等级的交通事故数作为目标量，可以客观的表征周边道路的通行能力。在进行道路通行能力评价时，将输出的目标量再进行加权平均，以得到道路通行能力变化的量化评价；
- ◆ 对输入输出向量进行归一化处理，将输入值化为区间内。确定网络为单隐层的三层网络，即为输入层、隐层、输出层；
- ◆ 选定样本路段，确定神经网络评价的样本数据；
- ◆ 初始化，给定输入层、隐层、输出层之间的权值向量；
- ◆ 输入训练样本，对神经网络进行训练并检验，直至达到误差要求；
- ◆ 获取待评价道路的评价指标，输入训练好的神经网络中，得出评价结果。

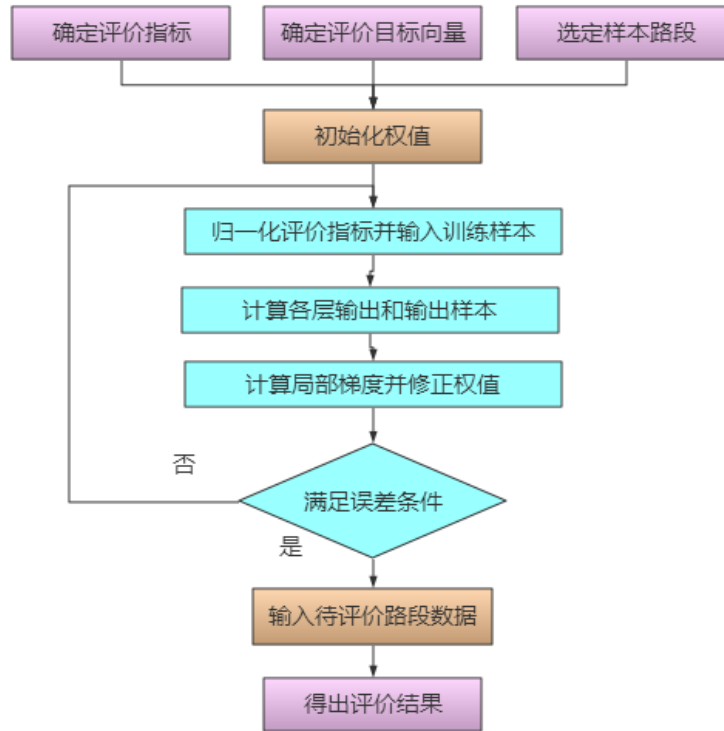


图 6 BP 神经网络流程图

5.3.3 确立改进的 BP 神经网络评价模型评分

$$I = \omega_1(\omega_{11}S + \omega_{12}C_1 + \omega_{13}C_2 + \omega_{14}C_3 + \omega_{15}\frac{1}{C_4} + \omega_{16}\frac{1}{C_5}) + \omega_2(\omega_{21}C_6 + \omega_{22}C_7 + \omega_{23}A) + \omega_3(\omega_{31}C_8 + \omega_{32}C_9) \quad (1.1)$$

5.3.4 评分等级的建立

借鉴我国城市干线街道和交叉口服务水平与交通拥堵情况的等级划分，本文将影响度从弱到强划分为五个等级:Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级、Ⅴ级。

表 4 评分评价表

评分等级	对周边道路的影响情况	BP 神经网络模型评价得分 I	综合评价
Ⅰ级	严重加剧了交通拥堵	<5	差
Ⅱ级	较严重加剧了交通拥堵	5-25	较差
Ⅲ级	基本无影响	25	中
Ⅳ级	较好缓解了交通拥堵	25-45	良
Ⅴ级	显著缓解了交通拥堵	>45	优

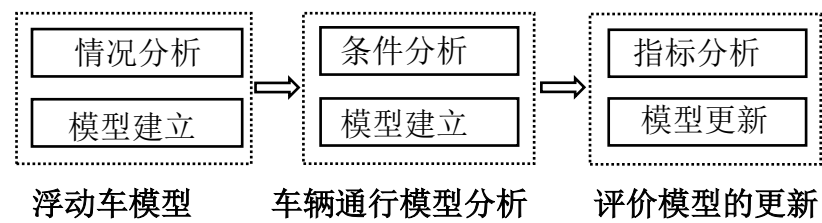
六、问题二：云环境下小区开放对周边道路车辆通行的模型研究

本章主要研究在第一问的基础上，建立关于车辆通行的数学模型，用以研究小区开放对周边道路通行的影响。考虑到车辆通行不仅与小区内部影响有关，还与周边道路与小区之间的关系，地理位置，外部结构等都有关联，那么以云环境下浮动车运动的实时

大数据为基础，通过小区开放前后浮动车行程时间的变化建立行程计算模型（Cloud Environment Float Car Pointer Vehicle Stroke Calculation Model）即 CEFCPVSCM 模型进行定量表达，又结合第一问通过建立更新的评价指标体系，以更新的改进型 BP 神经网络评价模型对影响过程进行定性研究，本章部分模型源于第一问，但部分条件发生变化，故建立基于云环境下的浮动车车辆通行模型（Cloud Environment Float Car Pointer Vehicle Model）即 CEFCPVM 模型和更新的改进型 BP 神经网络评价模型对小区开放后的周边道路通行的影响程度进行研究。基于此，本章共分如下 3 节：

- 云环境下浮动车模型的建立；
- 云环境下的浮动车 CEFCPVM 模型的建立与分析；
- 更新的改进型 BP 神经网络评价模型建立与分析；

问题二的研究思路如下：



6.1 云环境下浮动车模型的建立

6.1.1 云技术的现代意义

云计算技术主要是由商业应用主导推动的新型技术，与网络计算类似，需要互联网来提供计算，数据和网络服务。从数据密集型应用的需求来看，云技术平台可以海量的接收数据并进行高性能的处理分析，进而得到解决方案。由于云计算技术的快速发展以及智能交通与云计算技术的融合，本章中车辆通行情况，就需要采集大量的数据，因此在云环境下处理就更实时，准确。

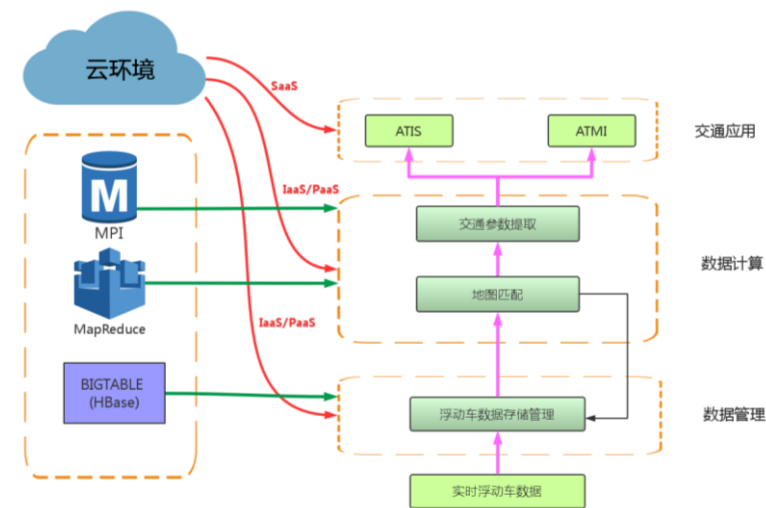


图 7 云环境处理模式图

6.1.2 浮动车的描述

浮动车中的 GPS 模块负责接收卫星定位信号并记录车辆的经纬度坐标和瞬时车速等浮动车数据，无线通信模块负责将车载终端 ID、经纬度坐标、瞬时车速、时间戳等浮动车数据按照一定的频率传送给交通控制中心。交通控制中心根据 GPS 浮动车在路网运行过程中记录的车辆位置、行驶方向、瞬时速度和时间戳等信息，应用地图匹配

技术将浮动车数据与城市路网在时间及空间上进行关联，便可获取浮动车所经路段的平均行驶速度和行程时间等信息。

6.1.3 云环境下浮动车的引用

城市路网结构复杂、主次交织、纵横交错，路网中浮动车的覆盖率有限且浮动车数据传输容易受到通信卫星固有误差、天气以及高大建筑物的信号遮挡等都势必会影响浮动车上传数据的准时性、精确性和可用性；城市路网中的浮动车采样数据采取 24 小时不间断采集上传模式，浮动车数据的积累量巨大且存储、检索困难；针对结构化数据的传统数据处理模式已经无法有效应对当前半结构化甚至非机构化的数据处理需求。所以，为应对海量、非结构化、低精度且信息密度低的浮动车采样数据分析，本文考虑引入云环境，在该环境下采集大量数据，作为本章各模型分析处理的信息支撑。经分析，本章云环境下的浮动车车辆通行模型的流程框图如下：

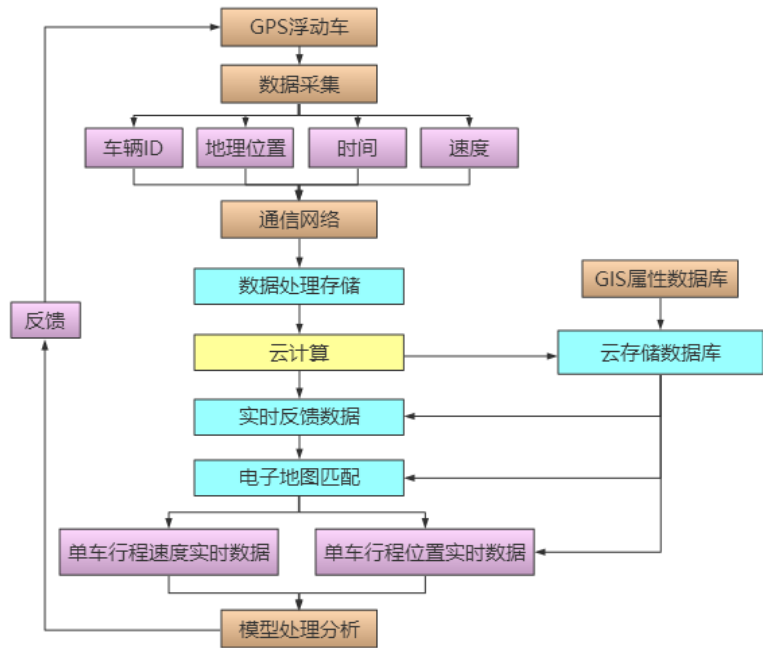


图 8 云环境下的浮动车车辆通行模型流程图

6.2 云环境下的浮动车 CEFCPVM 模型的建立与分析

小区外部存在车辆通行的环境，往往是一个道路网的组成部分，对小区附近的车辆通行能力进行分析，可以通过交叉口延误时间，排队延误时间，车辆运营时间，行程延误时间进行初步反映，也可以判断主次干道的相互联系进一步研究小区开放对周边道路通行的影响。初步分析，可以设置延误时间，运营时间，车速，车流量，公共交通服务水平等要素。给定任意一个小区，设置一个浮动车，在小区附近一随机点 O ，需要绕行或者穿过小区到达目标点 D ，则设行程时间为 T 。

6.2.1 云环境下浮动车 CEFCPVSCM 模型一般类型分析

浮动车在途遇一个交叉路口过程如图所示，考虑到交叉路口的信号灯闪灭情况，过路口排队情况以及排队前自由行驶情况，使得模型精确度更高，为此，把小区开放对外部路况产生影响后，将浮动车在道路上行驶时间 T 分为如下三个部分。一是当浮动车在自由行使阶段时间为 T_1 ，二是过交叉口产生的延误时间 T_2 ，三是排队时间 T_3 ，易知 T_3 就是 T_2 .计算时考虑到排队长度对该路段长度的影响。

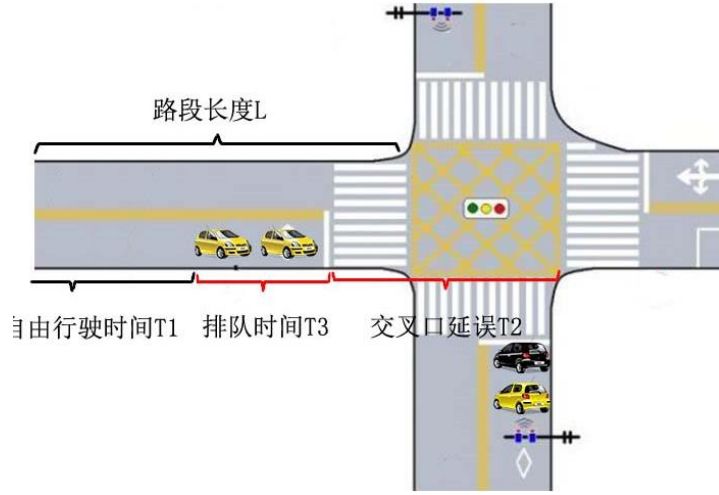


图 9 交叉口示意图

由图易知：

$$T = T_1 + T_2 \quad (2.1)$$

$$\text{自由行使时间:} \quad T_1 = f(l, L, v) \quad (2.2)$$

$$\text{交叉口延误时间:} \quad T_2 = f(q, g, c, d) \quad (2.3)$$

$$\text{浮动车排队长度:} \quad l = f(q, l, g) \quad (2.4)$$

在这里，浮动车作为实体，需要考虑车长的影响，符合车辆通行实际情况。浮动车在自由路段上行驶可视为匀速行驶，根据国内外提出的 BPR 函数都存在优缺点，本文在此基础上进行改进。得到改进改进型 BPR 函数公式：

$$v = \frac{v_0}{1 + r(q/c)^{\theta + \eta(q/c)^3}} \quad (2.5)$$

加入参数修正通行率，减少对通行能力的约束，考虑到维持现有的浮动车该路段通行能力，指数取 3。

由于交叉路口可能会出现普通自由通行型，信号限制延误型和停车启动延误型等多种情况，综合来看又可分为标准条件，随机或饱和条件以及存在排队条件延误，那么可得信号交叉路口下的延误公式：

$$d = \frac{0.5(1 - g/c)^2}{1 - [\min(1, h)g/c]} \cdot \frac{(1-p)j}{1 - g/c} + 900T_d \left[(h-1) + \sqrt{(h-1)^2 + \frac{8kl_d h}{cT_d}} \right] \quad (2.6)$$

由于小区开放后，小区内部的车辆和人员也对交叉路口产生影响，并且我国居民生活习惯与美国不同，由此也会带来一些误差，所以设置参数 w 和固定增量 Δd ，得到改进型延误公式：

$$d = w \left\{ \frac{0.5(1 - g/c)^2}{1 - [\min(1, h)g/c]} \cdot \frac{(1-p)j}{1 - g/c} + 900T_d \left[(h-1) + \sqrt{(h-1)^2 + \frac{8kl_d h}{cT_d}} \right] + \Delta d \right\} \quad (2.7)$$

当浮动车排队时，前后速度有所变化，即产生排队延误，关系如下：

$$d_a = d_b + d_c + d_d \quad (2.8)$$

当讨论排队过程时，这里只研究平均条件下的情况：

$$l_1 = d \times q \times l_p \quad (2.9)$$

经过上文分析，可综合建立小区周边直行路段浮动车车辆通行的数学模型，表达式如下：

$$\begin{cases} T = \frac{L - l_1}{v} + d \\ v = \frac{v_0}{1 + r(q/c)^{\theta + \eta(q/c)^3}} \\ d = w \left\{ \frac{0.5(1 - g/c)^2}{1 - [\min(1, h)g/c]} \cdot \frac{(1 - p)j}{1 - g/c} + 900T_d \left[(h - 1) + \sqrt{(h - 1)^2 + \frac{8kl_d h}{cT_d}} \right] + d_a + \Delta d \right\} \\ l_1 = d \times q \times l_p \end{cases} \quad (2.10)$$

6.2.1 云环境下浮动车 CEFPCVSCM 模型综合类型分析

由于道路具有普遍性，道路所处环境种类较多，小区开放后对外部道路的车辆通行的影响因素也较多，在这里综合得出主要影响因素：小区周边道路结构，小区所处地理位置，车辆通行所在时间段类型以及小区内部带来的总体因素，经分析可知可用车流量来反映上述影响因素。如表所示，设置相应参数，得到对一般条件下路段行程时间的影响。

小区周边道路结构不同时：

表 5 小区周边道路结构不同时的行程时间的影响

周边道路结构	方格式	方格-环形-放射式	扇形	自由式	一般式	影响参数	行程时间影响
等效平均车流量	q_1	q_2	q_3	q_4	q	s	$s \frac{q_x}{q} T_2 (x = 1, 2, 3, 4)$

小区所处地理位置不同时：

表 6 小区所处地理位置不同时的行程时间的影响

地理位置	交通枢纽	商业区	办公区	景区	偏僻区	一般区	影响参数	行程时间影响
等效平均车流量	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q	m	$m \frac{q_y}{q} T_1 (y = 5, 6 \cdots 9)$

车辆通行所在时间段类型：

表 7 车辆通行所在时间段类型对行程时间的影响

时间段类型	高峰期	低峰期	平峰区	影响参数	行程时间影响
等效平均车流量	q_{10}	q_{11}	q_{12}	n	$n \frac{q_z}{q} (T_1 + T_2) (z = 10, 11, 12)$

所以可建立改进后的小区开放周边道路浮动车车辆通行的数学模型，其行程时间计

算公式如下：

$$\left\{ \begin{array}{l} T' = \left(\frac{L-l_1}{v} m \frac{q_y}{q} + d' \right) n \frac{q_z}{q} \\ v = \frac{v_0}{1+r(q/c)^{\theta+\eta(q/c)^3}} \\ d' = ws \frac{q_x}{q} \left\{ \frac{0.5(1-g/c)^2}{1-\left[\min(1,h)g/c\right]} \bullet \frac{(1-p)j}{1-g/c} + 900T_d \left[(h-1) + \sqrt{(h-1)^2 + \frac{8kl_d h}{cT_d}} \right] + d_a + \Delta d \right\} \\ l_1 = d \times q \times l_p \end{array} \right. \quad (2.11)$$

6.3 更新的改进型 BP 神经网络评价模型建立与分析

6.3.1 模型基础上的定性评价指标体系的建立

上文定量的给出了车辆通行行程时间的数学表达式，在这里结合第一问，在此基础上，建立更新的评价指标体系，用于定性的反映小区开放对周边道路通行的影响程度。由于小区开放对周边道路通行的影响不仅取决于小区内部影响，还包括周边道路自身的特点，所以在第一问已建立的评价指标体系进行更新，提出了如图所示的更新评价指标体系。

表 8 指标体系

一级指标体系	二级指标体系
小区内部情况 U_1	同问题一
小区周边路网影响 U_2	同问题一
小区出入口影响 U_3	同问题一
车辆通行外部影响 U_4	小区周边道路结构 C_{10}
	车辆通行所在时间段类型影响 C_{11}
	其它条件下路段车流量影响 C_{12}

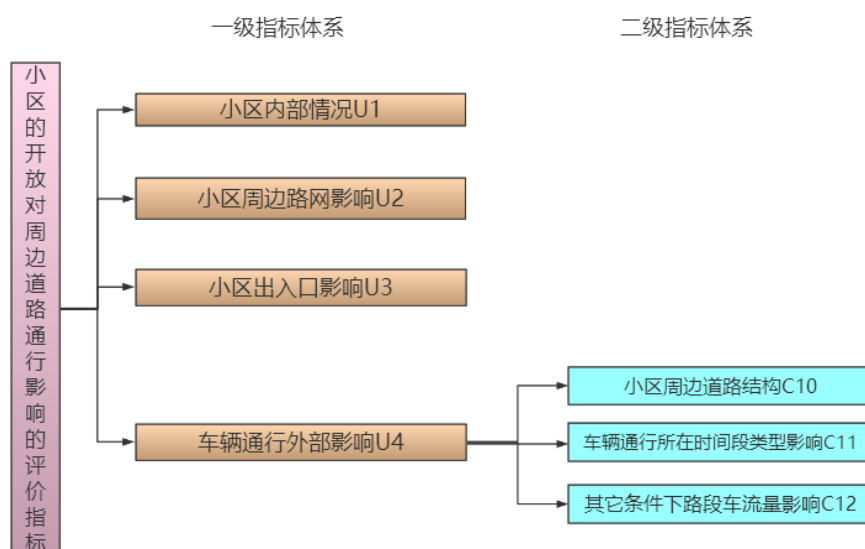


图 10 指标框图

◆ 小区内部情况 U_1 、小区周边路网影响 U_2 、小区周边路网影响 U_3

由第一问可知若小区开放后对小区内部车辆通行产生影响时，则对小区周边车辆通行情况是相反的。

◆ 小区周边道路结构 C_3

由上文知小区周边道路结构可分为方格式，方格-环形-放射式，扇形式，自由式，普通型，根据结构的复杂程度可知，当程度越高时，车辆通行就越困难。

◆ 车辆通行所在时间段类型影响 C_{11}

- (1) 当处于高峰期时，车辆通行困难
- (2) 当处于平峰期，车辆通行正常
- (3) 当处于低谷期，车辆通行顺畅

◆ 其它条件下路段车流量影响 C_{12}

在除去上述条件外，还存在部分因素影响车流量，进而影响车辆通行程度。

- (3) 当车流量较高时，车辆通行困难
- (4) 当车流量平稳时，车辆通行正常
- (5) 当车流量较低时，车辆通行顺畅

6.3.2 更新的改进型 BP 神经网络评价模型建立

更新的改进型 BP 神经网络评价模型的算法步骤

通过上述分析，结合已确定的道路通行能力评价指标，可以得到小区开放前后周边道路车辆通行能力评价的模型和具体步骤。

◆ 确定评价指标体系；

◆ 确定目标向量。输出层的神经元以小区开放前后周边道路行程时间之比作为目标量，可以客观的表征周边道路的通行能力。在进行道路通行能力评价时，将输出的目标量再进行加权平均，以得到道路通行能力变化的量化评价；

◆ 对输入输出向量进行归一化处理，将输入值化为区间内。确定网络为单隐层的三层网络，即为输入层、隐层、输出层；

◆ 选定样本路段，确定神经网络评价的样本数据；

◆ 初始化，给定输入层、隐层、输出层之间的权值向量；

◆ 输入训练样本，对神经网络进行训练并检验，直至达到误差要求。

获取待评价道路的评价指标，输入训练好的神经网络中，得出评价结果。

6.3.3 确立更新的改进型 BP 神经网络评价模型评分

$$I' = I + \omega_4 \left(\omega_{41} \frac{1}{C_{10}} + \omega_{42} \frac{1}{C_{11}} + \omega_{43} \frac{1}{C_{12}} \right) \quad (2.12)$$

6.3.4 更新后评分等级的建立

由问题一可知，借鉴我国城市干线街道和交叉口服务水平与交通拥堵情况的等级划分，本文将影响度从弱到强划分为五个等级：I 级、II 级、III 级、IV 级、V 级。

表 9 更新后评分等级及综合评价

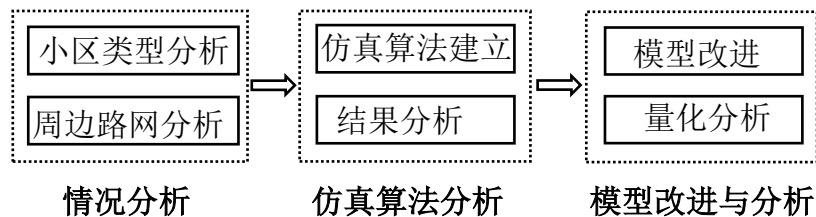
评分等级	对周边道路的影响情况	更新后 BP 神经网络模型评价得分 I'	综合评价
I 级	严重加剧了交通拥堵	<30	差
II 级	较严重加剧了交通拥堵	30-55	较差
III 级	基本无影响	55	中
IV 级	较好缓解了交通拥堵	55-75	良
V 级	显著缓解了交通拥堵	>75	优

七、问题三：对小区开放后道路通行影响定量比较的模型研究

本章主要研究在问题一，问题二的基础上，充分考虑小区结构及周边道路结构、车流量等影响因素，选取或构建不同类型的小区，在基于 GS-CTM 动态仿真算法条件下，结合已建立的更新的改进型 BP 神经网络评价模型，并对模型进一步改进，通过综合评分定量比较各类型小区开放前后对道路通行的影响。基于此，本章共分如下 3 部分：

- Google earth 软件技术下小区与周边路网的分析；
- GS-CTM 动态仿真算法的建立与仿真结果分析；
- 基于改进的 BP 神经网络评价模型的 GS-CTM 仿真量化分析

问题三的研究思路如下：



7.1 Google earth 软件技术下小区与周边路网的分析

7.1.1 小区路网类型分析

从我国居住小区道路规划的实例来看，小区主路路网主要有线型路网，C 型路网，内环路网和外环路网等几种形式。本文将对这四种常见路网形式的道路网密度、交通可达性、交通可靠性等方面进行对比分析，并从对周边道路通行的影响的角度对其进行评价。以下图中列举的简化路网模式为例，设地块面积为 m^2 。

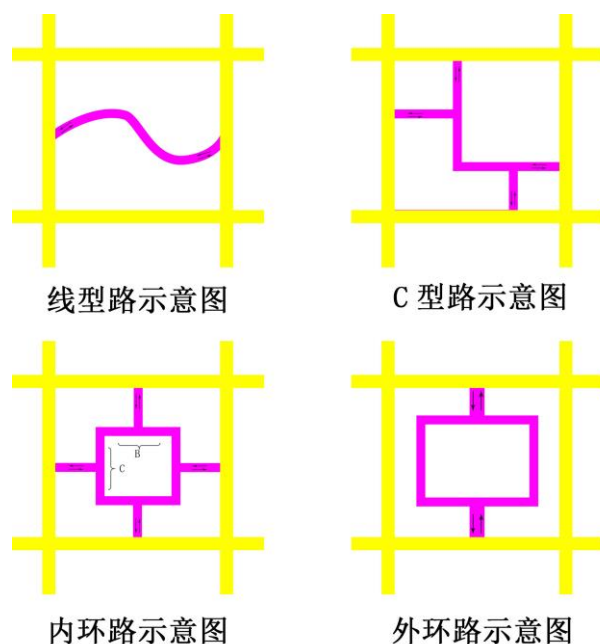


图 11 小区内路网示意图

(1) 线性路网

主要道路为一条曲线或折线贯穿小区，两端自然形成小区的两个出入口，两个入口分别位于小区不同的方向上，住宅通过组团道路连接到主要道路上(如西城山水，锦华小区)。这种路网的道路网密度仅为 $1/m$ 左右，是四种形式中最小的。在相同规模的情况下，主要道路覆盖能力有限，交通可达性也最小。由于只有两个出入口，且主要道路交通导向性较强，没有可备用的其他线路，其交通可靠性也较低。

(2) C 形路网

也可以看作是线形路网的变形，线形路网中一条主要道路覆盖程度不够，靠增加组团路的长度来提高路网密度不利于交通疏导，所以线形路网变形为 C 形路网。(如锦城花园、家园小区)。这种路网的道路网密度约为 $2/m$ 较线型路网密度有所提高。交通可达性随着道路覆盖程度的提高也有所加强。作为线型路网的改进形式，虽然其主要道路也不具备协调转移交通的功能，但出入口的增加使其交通可靠性有所提高。

(3) 内环路网

这种路网一定程度上为缓解十字交叉路网交叉路口的交通问题演变而来，在十字交叉的地方演变成为环路，环路中间包围着中心绿地，组团道路多连接在放射线上不连接在环线上。(如华苑碧华里小区、翠亨槟榔小区)。这种路网的道路网密度约为 $3/m$ ，较前两种路网密度又有提高，交通可达性也更高。由于内环线不仅仅是协调和转移交通的作用，而且同放射线一样能够疏散交通，其交通可靠性更高。

(4) 外环路网

外环路网可以看作是传统路网规划的逆向思维，传统路网的思路是以主要道路插入居住区当中再以支路向外延伸，而外环路网是将主要机动车道路包围住宅，再以尽端路向内伸展连接，这样使人车内外两套道路系统的实施成为可能。(例如梦园小区、回龙观小区)。这种路网的道路网密度约为 $4/m$ ，是四种路网中最高的，但是由于其环路靠近小区外围，仅有一侧为有效服务面，所以起路网覆盖能反而低于内环路网，交通可达性与 C 型路网相当。环线组织交通所具有的协调转移交通能力，使其交通可靠性较高，与内环路网相当。

表 10 小区内部路网类型比较

路网类型	道路网密度	可达性	可靠性
线性路网	$1/m$	覆盖面积较低	较低
C 型路网	$2/m$	覆盖面积有所提高	有所提高
内环路往	$3/m$	覆盖面积最大	最高
外环路网	$4/m$	与 C 型路网相当	与内环路网相当

7.1.2 Google earth 软件技术下小区模型的建立

根据上文选定周边环境相同条件下小区并设定不同的内部路网和结合 Google earth 软件构建在不同地段的规模类似的小区模型。

(1) 周边环境相同条件下设定不同的内部路网结构

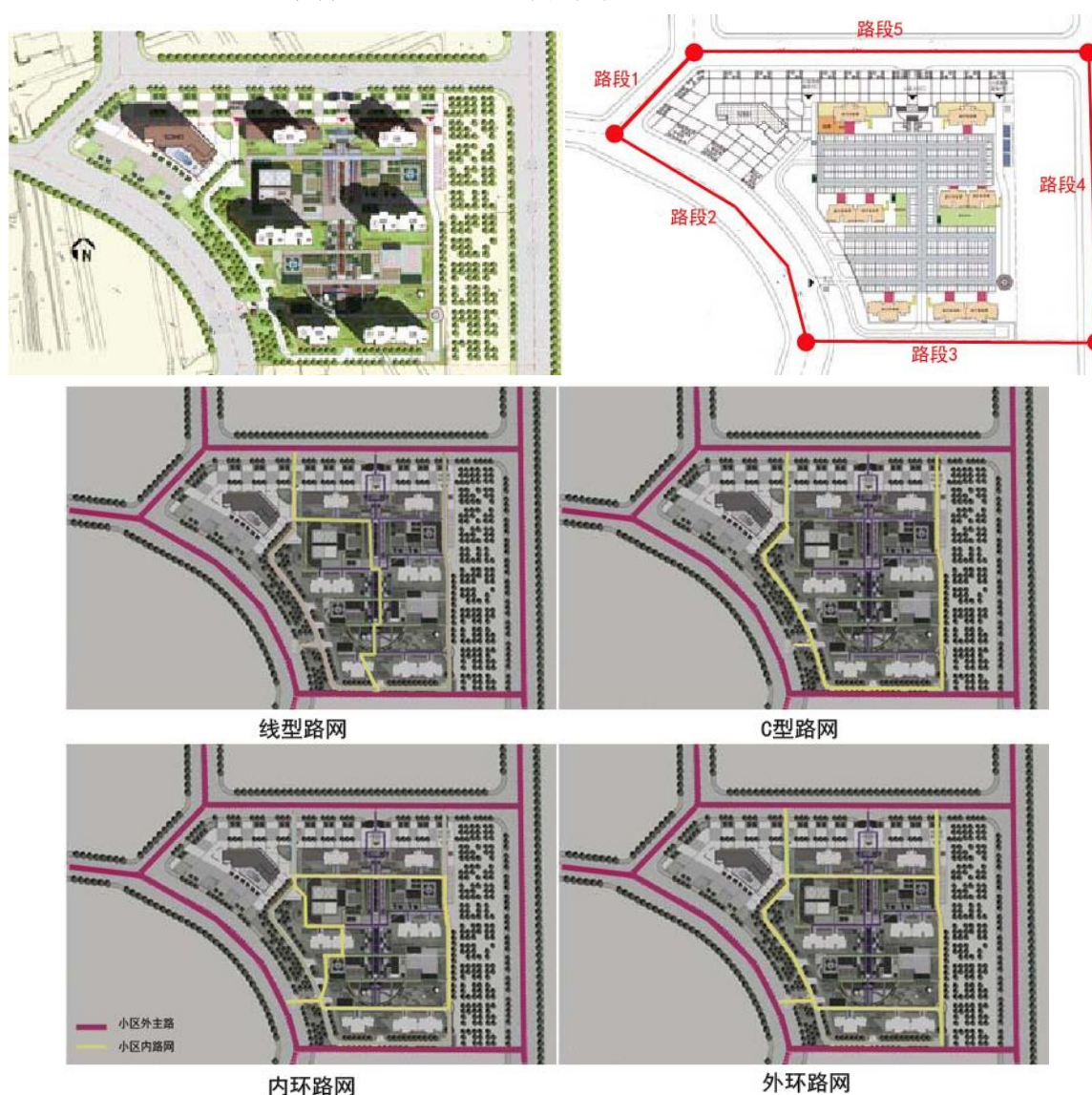


图 12 C 型路网、线性路网、内环路网、外环路网

(2) 结合 Google earth 软件构建在不同地段的规模类似的小区模型
以合肥市作为选定城市，在 Google earth 软件技术下选定部分特殊地段构建小区模型。

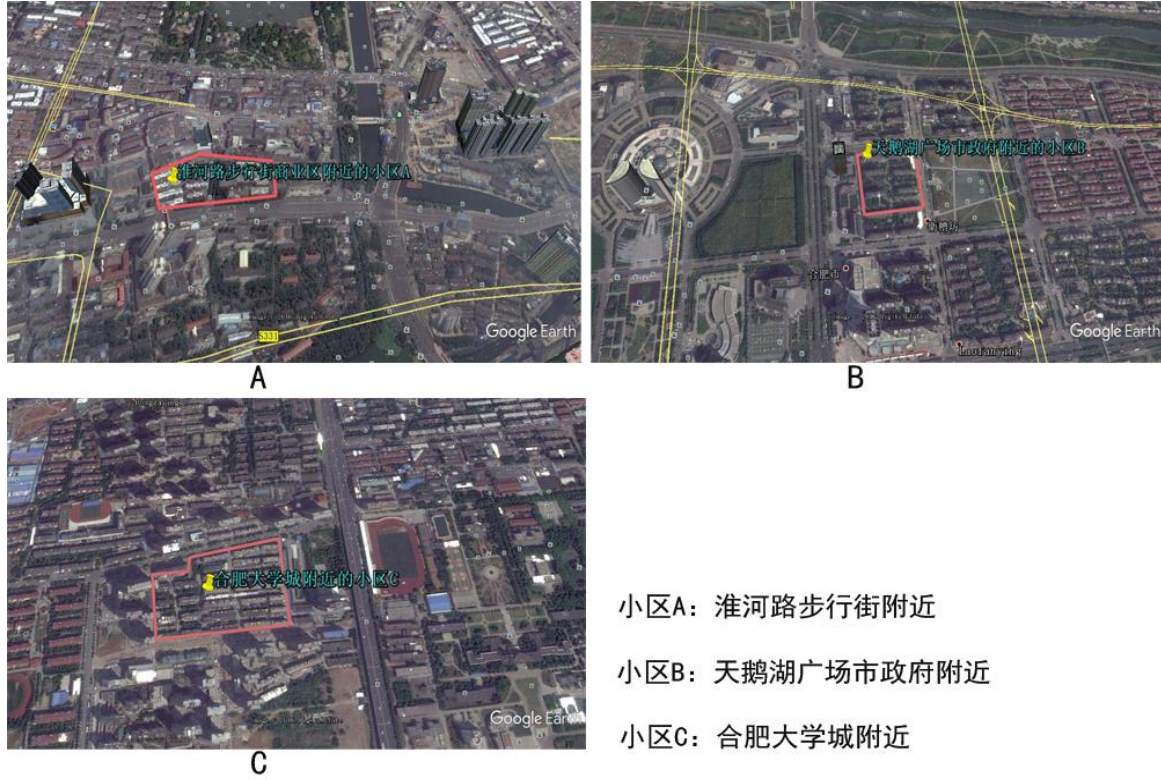


图 13 Google earth 软件构建在不同地段的规模类似的小区模型图

7.2 GS-CTM 动态仿真算法的建立与分析

7.2.1 GS 模型和 CTM 模型的初步分析

元胞传输模型(Cell Transmission Model, 简称 CTM)是对宏观动力学模型 LWR 模型的离散化近似,它是一个“与流体力学模拟模型相一致”的模型,最初是被用于模拟高速公路的交通流,后来推广到了网络交通流的模拟。与 LWR 不同,CTM 模型可以捕捉到网络中交通流的不连续变化现象,并且还能够清晰地描述排队的物理效应,可较好地模拟出排队形成与消散、激波、多路段间的相互影响等交通动力学特性,CTM 模型已被应用于动态交通分配中。其对不同速度子流量的行驶时间取平均值,在时间离散化及元胞划分精细的情况下,该方法不仅能模拟动态排队现象,还能捕捉到交通流中的不连续变化现象。但是,该模型运算量较大,如果针对现实中的大型交通网络,其计算效率有待进一步研究。根据 GS 模型,很容易就能计算出路段的出行阻抗。但是 GS 模型只适用于大多数时间花费在高速公路上以及城市主干道上,对于拥挤程度较高的城市道路交通网络,显然更适于使用 CTM 模型。

7.2.2 GS 模型和 CTM 模型的构建

对于每个 OD 对来说,在任意时刻,任意交叉口上,如果所有被使用的路径上的瞬时阻抗都相等且最小,而所有未被使用的路径的瞬时(实际)阻抗都不小于这个最小瞬时(实际)阻抗,则称此时网络上的路径流是基于瞬时(实际)路径阻抗的 DUO 状态。

CTM 模型将道路宏观仿真模型用于实际路段阻抗的估计,但计算量巨大,在实际道路网络中难以使用;GS 模型使用简单的速密关系,并不能准确描述路段上间断的交通流。因此,本文结合两模型的优点,将 GS 速密关系引入到 CTM 模型中,建立 GS-CTM 动态交通分配仿真模型。

$$\text{目标函数:} \quad Z = \min \sum_{t=1}^T \sum_{a \in A} \tau_a(t)(x_a(t), u_a, v_a(t)) \quad (3.1)$$

约束条件:

$$x_a^s(t+1) = x_a^s(t) + u_a^s(t) - v_a^s(t) \quad (3.2)$$

$$\sum_{a \in B_l} u_a^s(t) = g_l^s(t) + \sum_{a \in A_l} v_a^s(t) \quad (3.3)$$

$$\sum_{a \in B(3)} u_a^s(t) = 0, \forall s, t \quad (3.3)$$

$$v(t) = \begin{cases} v_f(1 - \rho / \rho_{jam}) & \rho \leq 0.4\rho_{jam} \\ \frac{1}{2}v_f \ln(1 - \rho / \rho_{jam}) & 0.4\rho_{jam} < \rho \leq \rho_{jam} \end{cases} \quad (3.4)$$

$$t + \Delta t + \tau_a(t + \Delta t) > t + \tau_a(t), \forall a \quad (3.5)$$

$$x_a^s(t) \geq 0, u_a^s(t) \geq 0, v_a^s(t) \geq 0, x_a^s(0) = 0, v_a^s(0) = 0 \quad (3.6)$$

假设路段较短或者路段的走行时间较短,则目标函数(3.1)中实际阻抗 $\tau_a(t)$ 同瞬时阻抗 $c_a(t)$ 之间的差值就比较小,这里作近似处理,即 $\tau_a(t) = c_a(t)$ 。假设路段 a 被划分成等长的 n 个元胞,则路段 a 在 t 时刻的交通量 $x_a(t) = \sum_{i=1}^n x_{a,i}(t)$ 。

7.2.3 GS 模型和 CTM 模型中的路段阻抗计算

将 GS 的速度密度关系引入到 CTM 模型中的路段元胞中,计算出路段元胞内车辆的平均速度,从而计算出路段元胞的阻抗,然后通过累加,计算出整条路段的阻抗。

$$v_{a,i}(t) = \begin{cases} v_f[1 - \rho_{a,i}(t) / \rho_{jam}] & \rho_{a,i}(t) \leq 0.4\rho_{jam} \\ \frac{1}{2}v_f \ln[\rho_{jam} / \rho_{a,i}(t)] & 0.4\rho_{jam} < \rho_{a,i}(t) \leq \rho_{jam} \end{cases} \quad (3.7)$$

$$c_{a,i}(t) = \frac{l}{v_{a,i}(t)} \begin{cases} \frac{l / v_f}{1 - \rho_{a,i}(t) / \rho_{jam}} & \rho_{a,i} \leq 0.4\rho_{jam} \\ \frac{2lv_f}{\ln[\rho_{jam} / \rho_{a,i}(t)]} & 0.4\rho_{jam} < \rho_{a,i} \leq \rho_{jam} \end{cases} \quad (3.8)$$

任意时刻 t 路段元胞 $i(1 \leq i \leq n)$ 上有 $\tau_{a,i}(t) \approx c_{a,i}(t)$ 成立。

$$\tau_a(t) = \sum_{i=1}^n \tau_{a,i}(t) \approx \sum_{i=1}^n c_{a,i}(t) \quad (3.9)$$

7.2.4 路径搜索算法

通常,出行过程中,并不是考虑起点到终点的所有路径,而是考虑其中的一部分路段,这部分路径被称之为“有效路径”,其含义是沿着该路径前进能更快到达终点,这与实际的择路行为相符。本文的有效路径由不同时段生成的最短路径集组成。最短路径集的生成算法如下:

Step1:由各个路段的初始交通量,确定各个路段的初始阻抗,利用最短路算法生成所有 OD 对的第一个最短路径集 $\overline{K}_{rs}(1)$,并将其存储在集合 $K_{rs}(1)$ 中, $K_{rs}(1) = \overline{K}_{rs}(1)$;

Step2:将各个 OD 对的全部交通量分配到最短路径上;

Step3:根据此时路段的交通量重新计算路段阻抗,并通过最短路算法生成第二个最短路径集 $\overline{K}_{rs}(2)$,如果 $\overline{K}_{rs}(1) \neq \overline{K}_{rs}(2)$,则将 $\overline{K}_{rs}(2)$ 并入到 $K_{rs}(1)$ 中,得到新的最短路径集 $K_{rs}(2)$, $K_{rs}(2) = \overline{K}_{rs}(2) \cup K_{rs}(1)$;

Step4:根据路段的初始阻抗,在新的最短路径集 $K_{rs}(2)$ 上用 GS-CTM 模型进行分配,

得到新的路段交通量；

Steps5:根据新的路段交通量再次更新路段阻抗，并再次通过最短路径算法生成第 3 个最短路径集，判断该最短路径集是否存在于 $K_{rs}(2)$ 之内，如果存在，则算法停止，否则重复以上过程，直到不再产生新的最短路径集为止。

具体算法流程如下图所示

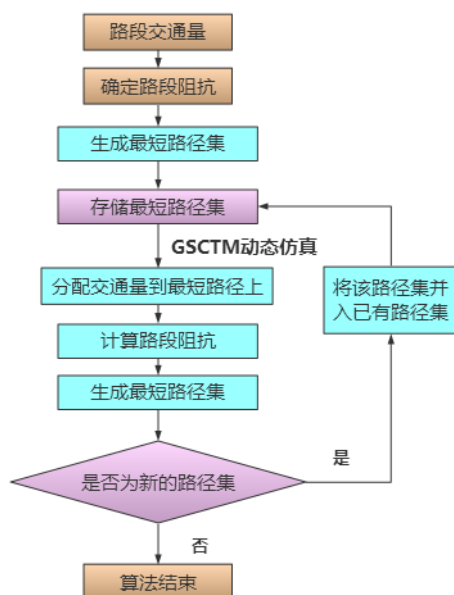


图 14 算法流程图

本路径搜索算法可以不断生成新的最短路径，当没有新的最短路径产生时，算法自动停止，因此不用进行路径的枚举，这大大减少了计算量，且路径被分配到少数几条较好的路径上，不好的路径会被自动剔除掉，这也会提高交通分配的效率，非常适合在现实中的车辆通行路网使用。

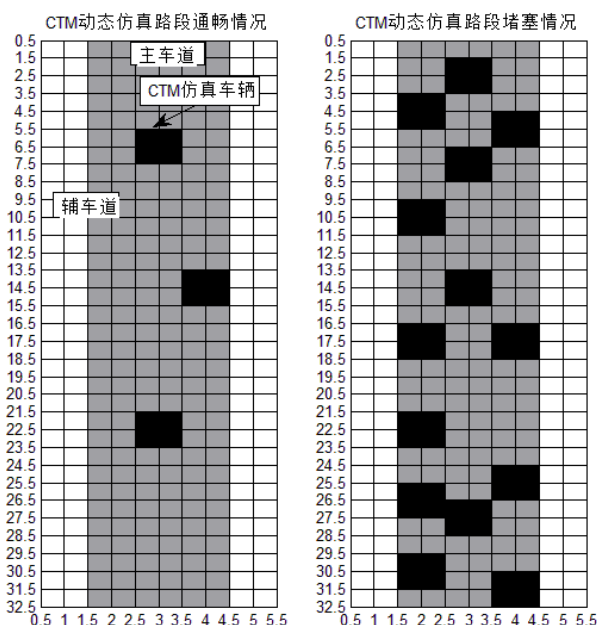


图 15 GS-CTM 动态仿真的路段车流量状况模拟图

7.2.5 路径搜索模型的求解算法

本文建立的 GS-CTM 动态交通分配仿真模型有离散化的特点,针对离散化的动态交通分配问题,经研究后本文采用投影算法对其进行求解。

具体算法步骤如下:

Step1:路段流量初始化。令 $t=0, x_a(0)=0, K_{rs}(0)=\phi$, 取路网中所有路段的阻抗等于自由流时间, 利用“全有全无”法将已知的 $g_l^s(0)(\forall l \neq s)$ 配流到网络上, 得到初始路段流量 $x_a(0)$, 生成的初始路径集记为 $K_{rs}(0)$, 令迭代次数 $n=1$;

Step2:利用公式(3-9)计算出经 n 次迭代后 t 时段路段 a 的实际阻抗 $\tau_a^n(t)$, 得到最短路径集 $\bar{K}_{rs}^n(t)$, 令 $K_{rs}^n(t) = \bar{K}_{rs}^n(t) \cup K_{rs}^{n-1}(t)$;

Step3:利用 GS-CTM 模型求解基于路径选择的交通分配问题, 计算第 n 次迭代后 t 时段路段 a 的路段流量 $x_a^n(t)$;

Step4: n 次迭代后, 若路段 a 的实际阻抗 $|\tau_a^n(t) - \tau_a^{n-1}(t)| < \varepsilon$ (ε 为迭代精度), 得到路段的分配交通量 $x_a^n(t)$, 转 Step5, 否则令 $n=n+1$, 转 Step2;

Step5:若 $t=T$, 停止迭代, 否则 $t=t+1$, 转 Step2。

7.3 仿真结果分析

7.3.1 相同周边环境不同路网结构的小区的 GS-CTM 动态仿真结果

(1) 四种路网结构的小区模型开放前后的周边路段车流量参数仿真结果对比

车流量参数分为两部分, 分别为周边路段的车流速度 ACV 与周边路段的平均车流密度 ADT。

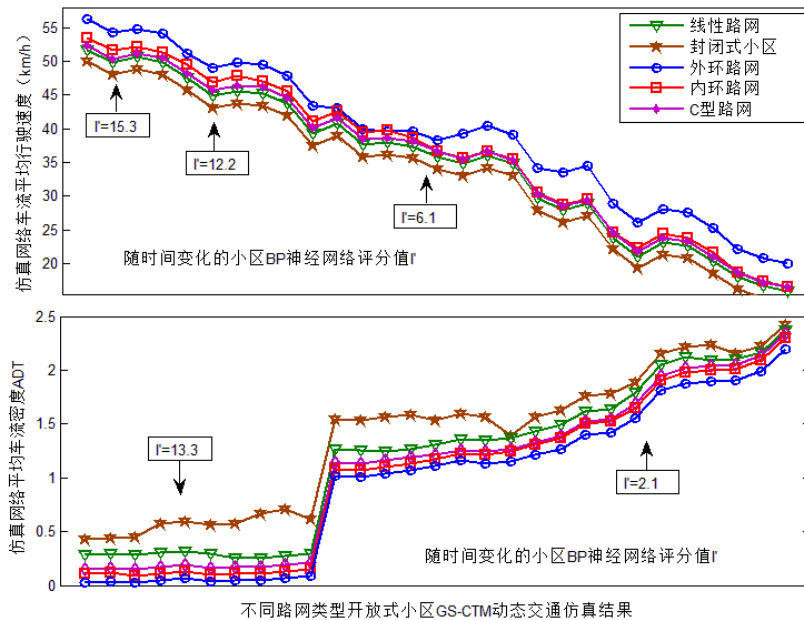


图 16 仿真模拟图

从图中, 可以看出采用外环路网结构的小区开放后对周边路段的车流速度提升效果最好, 内环路网结构次之, C 型路网结构和线型路网结构对周边路段的车流速度提升效果相近, 但是没有前两种路网结构显著。

采用外环路网结构的小区开放后对周边路段的 ADT 降低效果最好, 内环路网结构、

C 型路网结构对周边路段的 ADT 降低效果相近，但是没有外环路网结构降低效果显著，线型路网结构对周边路段的 ADT 降低效果不是太明显，与封闭式小区没有太大的差别。

(2) 四种路网结构的小区模型开放前后的路段总阻抗 TNC 仿真结果对比

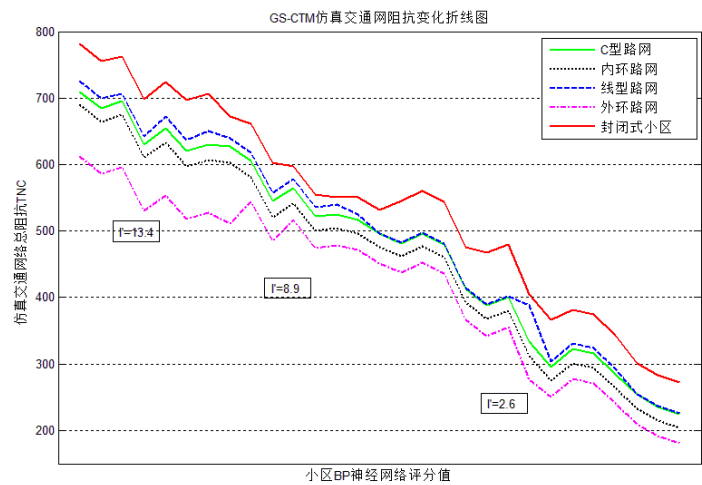


图 17 GS-CTM 仿真交通网阻抗变化折线图

从图中可以看出采用外环路网结构的小区开放后对周边路段的 TNC 降低效果最好，内环路网结构、C 型路网结构、线型路网结构对周边路段的 TNC 降低效果相近，但是不及外环路网结构显著。

7.3.2 不同地段的规模相同的小区模型的 GS-CTM 动态仿真结果

(1) 不同地段的规模相同的小区模型的交通拥堵量仿真结果对比

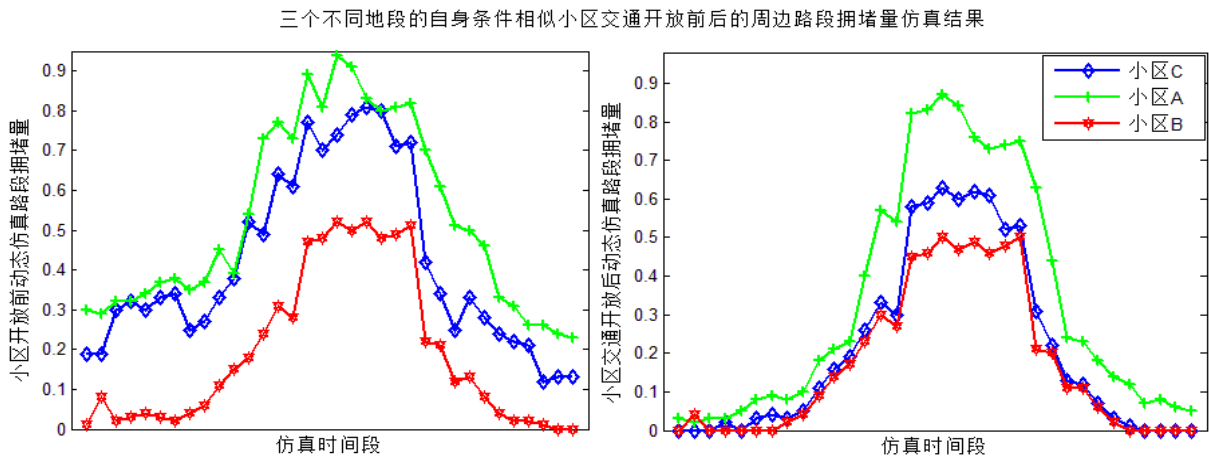


图 18 不同地段的规模相同的小区模型的交通拥堵量仿真结果对比图

从图中可看出，在各小区自身条件相近的前提下，处于市中心地段的小区 A 开放后的各路段平均拥堵量缓解情况最优，其次是处于较繁华地段的小区 C，开放后各路段平均拥堵量缓解情况较显著，但是处于交通情况较为通畅地段的小区 B 开放前后对各路段平均拥堵量并无太大的缓解作用。

(2) 不同地段的规模相同的小区模型的路段拥堵概率仿真结果对比

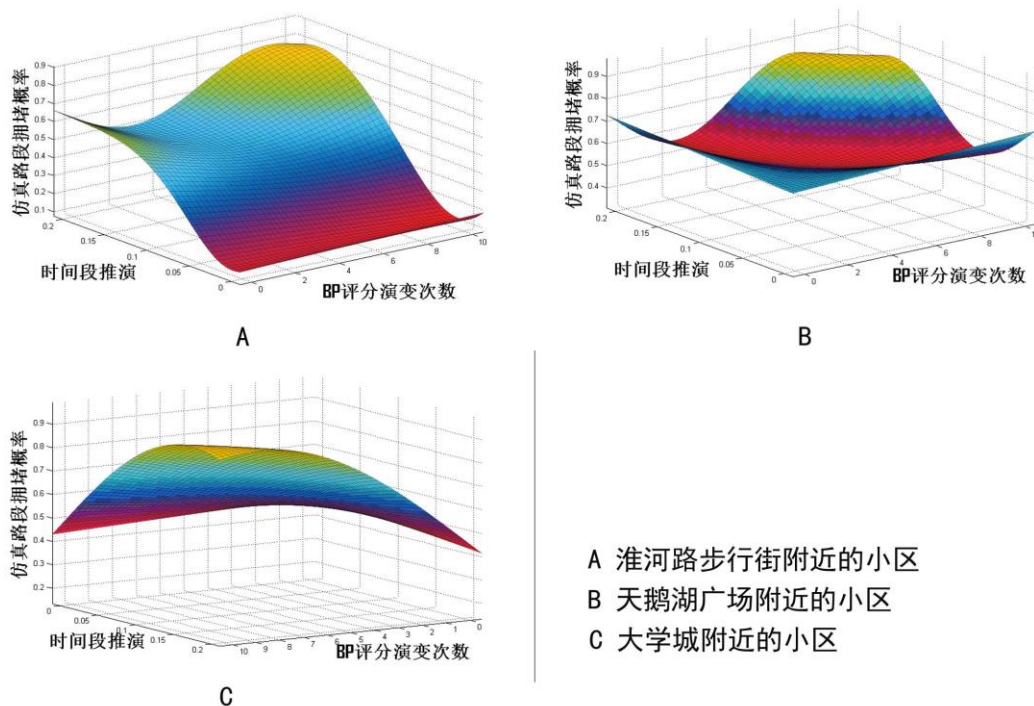


图 19 不同地段的规模相同的小区模型的路段拥堵概率分布图

从图中可看出，在各小区自身条件相近的前提下，处于市中心地段的小区 A 开放后的各路段拥堵发生概率缓随时间推进呈大幅度下降，处于较繁华地段的小区 C 开放后各路段拥堵发生概率有向下波动的趋势，但没有小区 A 显著，处于交通情况较为通畅地段的小区 B 开放后各路段拥堵发生概率没有明显的波动趋向。

7.4 基于更新的改进型 BP 神经网络评价模型的 GS-CTM 仿真量化分析

由问题二可知更新的改进型 BP 神经网络评价模型评分：

$$I' = I + \omega_4 \left(\omega_{41} \frac{1}{C_{10}} + \omega_{42} \frac{1}{C_{11}} + \omega_{43} \frac{1}{C_{12}} \right)$$

所以结合上文设立迭代精度作为权重 ε ，则综合评分：

$$P = I' + \varepsilon K \quad (3.10)$$

(1) 相同周边环境不同路网结构的小区模型的 GS-CTM 仿真量化结果

表 11 GS-CTM 仿真量化结果

路网类型	ACV	ADT	TNC	GS-CTM 需求系数 K	BP 神经网络评分 I'	综合评分 P	评价等级
线型路网	36.8	1.70	516.6	289.13	19.91	48.823	III 级
C 型路网	40.5	1.66	502.4	302.02	25.20	55.402	IV 级
内环路网	41.7	1.34	407.5	350.50	47.82	82.870	V 级
外环路网	47.2	1.03	383.2	388.73	50.65	89.523	V 级

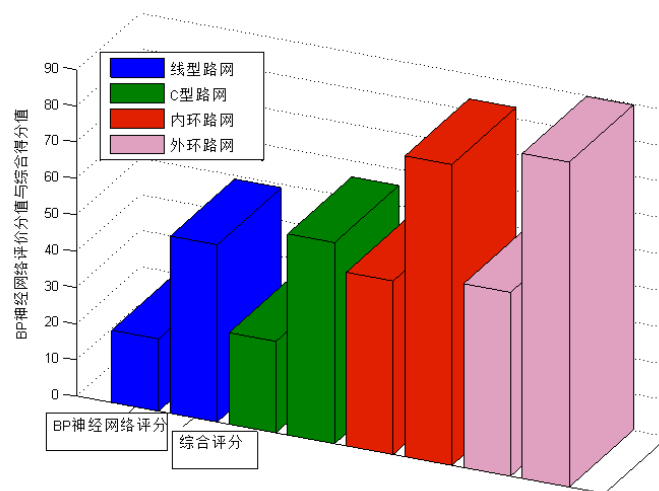


图 20 BP 神经网络评价与综合评分对比图

可见在周边环境相同的情况下，采用外环路网的小区交通开放后对周边路段的影响程度最大，综合评分值为 89.523，能极大的提升周边路段的通行能力。

(2) 不同地段的规模相同的小区模型的 GS-CTM 仿真量化结果

表 12 GS-CTM 仿真量化结果

小区地段位置	路段平均阻抗 TNC	GS-CTM 需求系数 K	BP 神经网络评分 I'	综合评分 P	评价等级
市中心（繁华）	625.1	412.20	91.43	132.650	V 级
大学城（较繁华）	578.0	305.11	53.32	83.831	IV 级
市政府（较偏僻）	377.2	160.10	39.75	55.760	III 级

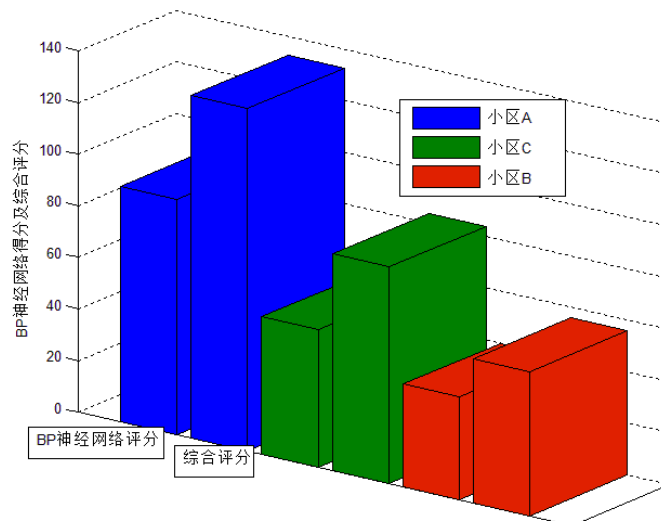


图 21 BP 神经网络得分与综合评分对比图

可见在繁华的地段施行小区交通开放的政策可以大大提高小区周边路段的通行能力，综合评分值为 132.650，可以有效缓解此区域交通压力。

7.5 综合评价

综上所述，在繁华的地段对采用外环路网结构的小区施行交通开放，可以有效提高小区周边路段的通行能力，显著缓解该区域的车辆拥堵情况，大大缓解城市交通压力。

八、问题四：关于小区开放的合理化建议书

本章是根据前三个问题所构建的模型和研究的成果，结合生活实际，从交通通行的角度，向城市规划和交通管理部门提出我们关于小区开放的一些合理化建议。拟制建议书是为是否继续推行小区开放化提供辅助决策支持的一个有力手段。拟制的建议书应在保证所有各类指标参数特性进行定性与设定主要反映程度进行定量关系确的前提下，充分考虑复杂情况比较各类型小区开放前后对道路通行的影响，各类评价指标和模型系统完成任务的可靠性与有效性，还应分析系统的发展趋势以更具具备实际应用价值和更重要的指导意义，所以提出我们关于小区开放的一些合理化建议书：

1、坚持居民小区要按小区类型及实际情况选择开放，坚持反对无差别开放居民小区，坚持对未来小区开放后周边交通需求预测。在城市的居民小区的开放与否并不是都适用的，应将城市交通和居民小区布局、地理位置、规模类型紧密结合，重视城市交通研究与交通设施配套同步，真正实现城市交通和城市空间结构、土地利用的调整协调互动。否则开放后反而给城市交通增加运载复核及当地居民带来不便；

2、建议密度值较低的线型路网和 C 型路网小区，处于一般路段位置时可开放，当根据小区路网密度值较低对相对拥挤的交通路段促进作用值较低，所以当处于繁华路段位置尽量不开放或限时开放；

3、建议密度值较高的内环路网和外环路网小区在较为繁华路段位置都应该开放，若处于一般路段，小区的开放对城市交通的影响很小，可根据经济效益进行选择是否开放；

4、对于道路过窄过小的小区，比如城中村，较为破败的老城区、巷弄较多的平房区，不建议对机动车辆或车型较大的非机动车外开放。如果该类小区对机动车进行开放，有很高的发生交通堵塞的几率，对小区内部居民交通、生活带来较为严重的影响；

5、对于处于郊区及偏远位置的小区，比如别墅小区、生态花园小区、郊区高层等，不建议对外部开放。由于城市范围较广，尤其是像阜阳、淮南、黄山这种中小型城市，郊区居民区入住人口比较低，人均道路面积也低于该城市的平均水平，发生交通拥堵的概率较低，那么将该情况的小区开放反而增加了城市交通路况的复杂程度；

6、在决定是否将居民小区对外开放之前，参考其他城市经验，根据过去年左右的历史数据，对未来一段时间内小区周边交通变化趋势和开放前后的交通路网影响是否是积极的，主要是小区居民和周边几个街道流动人口的交通需求进行分析和预测。在上述预测的基础上，选择正确的适合的稳定的小区开放模式方案。

7、建议在开放式小区内部设置公交车站，并制定科学的公共交通一体化发展战略，推动公交优先发展，提升居民小区的开放程度，大大减小了小区居民对私家车的使用，降低道路交通负载压力。对于现代化的大城市，优先发展公共交通是解决城市交通问题的有效途径，将开放式小区与公共交通相结合，双管齐下，可以更加行之有效的对多重复杂的交通诟病进行改善。

8、小区开放后，交通管理部门应对小区对外各个交叉口设置合理的信号灯或者交通指挥信息系统，能够及时有效地舒缓交通压力，城市规划部门也应注意避免在交叉口附近建立过于繁华的商业建筑，应于交通部门共同协商交叉口的数量以及相邻交叉口之间的距离和信号灯的时间限制，尽最大限度保持道路通畅。

九、模型评价

9.1 模型优点

1、选取城市具有一定的代表性，对小区居民的出行情况，方式，目的以及车辆通行的情况分析到位，设置的指标种类较多，体系分明，代表性较高，建立的评价体系具有相当的难度与一定的创新性。建立的改进的 *BP* 神经网络评价模型和评分等级，着重关注了指标的特性与评价体系的特点，考虑的情况也更为复杂与贴近客观实际，因而对小区的开放对周边道路通行影响的反映更具备实际应用价值和更重要的指导意义。

2、在云环境下收集浮动车的运动数据更加实时准确，能够有效反映小区内部和周边道路的车辆通行情况，建立车辆通行模型和行程计算模型，对一般型和综合类型进行分析克服了随机性，得出了改进型的延误公式，算法能够量化，之后增添指标，涵盖道路外部主要影响情况，建立的更新的改进型 *BP* 神经网络评价模型和评分等级具有收敛速度快、精度高、鲁棒性强等优势，能为有效反映小区开放对周边道路车辆通行影响并评价等提供辅助决策支持。

3、通过结合 Google Earth 软件对小区道路交通的实际例子进行观察，可以更全面的对不同地段，不同规模，不同类型的小区进行分析，将实时数据融入 GS-CTM 动态仿真模型，使结果更加具有全局性，实际性，普遍性，可靠性。通过 GS-CTM 动态仿真可以实现相同地段，不同类型小区开放前后对周边道路交通的优化程度进行预测，能向开发商、政府道路规划提供更加直观、可靠的小区建设与管理建议。

4、根据已建立模型提出的建议有理论和数据支持，对于小区开放后的发展有正确的引领作用，普遍性更强，应用范围更加广泛。

9.2 模型缺点

1、考虑的实际因素有所抽象、简化，可能得到的结果不能很好地适应更为复杂的情况。

2、实际上小区类型繁多，周边道路车辆通行情况也更为复杂，本文只是确定了影响较为重要的类型进行分析，模型准确如实反映现实还有一定距离。

3、仿真过程选取部分类型，可能存在误差。

4、GS-CTM 动态交通仿真忽略了现实生活中的路况优劣、汽车身长、车宽等问题。

5、Google Earth 软件所得到的车流以及各种地理信息可能存在偏差与不实。

6、由于社会的多样性，本文建立的模型并不能完全适用全部城市，但模型具有一定的借鉴意义，也提供了一个良好的思路：深入分析会使建立的模型既体现问题的主要方面与主要矛盾，又忽略对问题实质影响较小的因素，以防建立的模型过于复杂而无法求解。

参考文献

- [1] 王振强.城市交通拥堵问题及其解决途径.甘肃科技, 2002, Vol.10.
- [2] 叶以农. 交通影响分析实践与思考 [J]. 城市交通, 2003, (1):33—36.
- [3] Soumya S. Dey , Jon D. Fricker. Traffic Impact Analysis and Impact Fees in State Departments of Transportation. 1994(5): 39~44.
- [4] 熊 琦.基于时间的交通影响范围量化方法研究 [D]. 北京工业大学硕士学位论文, 2003, (5).
- [5] 路华佗. 交通规划理论与方法[M]. 北京: 清华大学出版社. 2006 (12), 173—174.
- [6] 缪朴. 城市生活的癌症——封闭式小区的问题及对策的. 时代建筑, 2004(5):46—49.
- [7] 苏金明, 阮沈勇. MATLAB 6.0 实用指南 [M].北京:电子工业出版社, 2002.
- [8] Mark M.Meerschaert 著.刘来福, 杨淳, 黄海洋译.数学建模方法与分析[M].北京:机械工业出版社, 2005.6.;

附 录

附录 1 程序

1、GS-CTM 仿真的可视化呈现

```
%%此程序为 GS-CTM 仿真的可视化呈现%%需给定元胞运动轨迹矩阵 A
mat=A;
imagesc(mat);
colormap(flipud(gray));
textStrings=num2str(mat(:), '%0.0f');
textStrings=strtrim(cellstr(textStrings));
[x, y]=meshgrid(1:5, 1:30);
hStrings=text(x(:), y(:), textStrings(:), 'HorizontalAlignment', 'center');
midValue=mean(get(gca, 'CLim'));
%%确定各个单元的颜色
textColors=repmat(mat(:)>midValue, 1, 3);
set(hStrings, {'Color'}, num2cell(textColors, 2));
%%确定道路的宽度 %%分为主路与辅路
set(gca, 'XTick', 0.5:1:5.5, 'YTick', 0.5:1:30.5, 'TickLength', [0, 0]);
%%为元胞 CTM 仿真加上实线网格
set(gca, 'GridLineStyle', '-');grid on;
```

2、GS-CTM 仿真主程序

```
% main.m%%此程序为 GS-CTM 仿真主程序
clear;clc
iterations = 1200; % the maximal iterations of simulation
B = 3; % number booths
L = 3; % number lanes in highway before and after plaza
Arrival=3; % the mean total number of cars that arrives
plazalength = 81; % length of the plaza
[plaza, v, time, buspla] = create_plaza(B, L, plazalength);
h = show_plaza(plaza, buspla, NaN, 0.01);
timeblock=5;
dt = 0.3; % time step
t_h = 1; % time factor
vmax = 3; % max speed
vinit=1;%initial speed
busstop=6*ones(plazalength, B+2);
carstop=3*ones(plazalength, B+2);
timecost = [];
sf=0;%switchflag
for i = 1:iterations
    if i==14
        ss=0;
    end
    if i==370
        ss=0;
    end
    if i==490
        ss=0;
    end
    if i==550
```

3、改进的 BP 神经网络评分程序

```
%%此程序为改进的 BP 神经网络评分程序%%输入目标矩阵
close all
```

```

clear
echo on
clc
% NEWFF——生成一个新的前向神经网络    % TRAIN——对 BP 神经网络进行训练
% SIM——对 BP 神经网络进行仿真
pause
% 敲任意键开始
clc
% 定义训练样本矢量    % P 为输入矢量
P = [-1:0.05:1];
% T 为目标矢量
randn('seed', 78341223); T = sin(2*pi*P)+0.1*randn(size(P));
% 绘制样本数据点
plot(P, T, '+');
echo off
hold on; plot(P, sin(2*pi*P), ':');
% 绘制不含噪声的正弦曲线
echo on
clc
pause
clc
% 创建一个新的前向神经网络
net=newff(minmax(P), [20, 1], {'tansig', 'purelin'});
pause
clc
echo off
clc
disp('1. L-M 优化算法 TRAINLM'); disp('2. 贝叶斯正则化算法 TRAINBR');
choice=input('请选择训练算法(1, 2):');
figure(gcf);
if(choice==1)
    echo on
    clc
    % 采用 L-M 优化算法 TRAINLM
    net.trainFcn='trainlm';
    pause
    clc
    % 设置训练参数
    net.trainParam.epochs = 500; net.trainParam.goal = 1e-6; net=init(net);
    % 重新初始化
    pause
    clc
elseif(choice==2)
    echo on
    clc
    % 采用贝叶斯正则化算法 TRAINBR
    net.trainFcn='trainbr';
    pause
    clc
    % 设置训练参数
    net.trainParam.epochs = 500; randn('seed', 192736547); net = init(net);
    % 重新初始化
    pause
    clc
end

```