

北京交通调查和模型工作 新技术探讨

北京交通发展研究中心 线凯

2015年10月29日

A faint, light-colored icon of a lightbulb is positioned above the first text box.

一. 调查支撑模型

A faint, light-colored icon of a cloud is positioned to the left of the second text box.

二. 模型体系完善

A faint, light-colored icon of a dome-shaped architectural structure is positioned to the left of the third text box.

三. 模型验证方法

A faint, light-colored wireframe icon of a modern building is positioned to the right of the fourth text box.

四. 模型功能拓展



大数据时代下传统调查的变革

问题：以居民出行调查为例

- 样本量能否减少？
- 样本量越大，质量越好？



技术难点：如何保证样本的代表性？

- 能够真实反映居民出行特征
- 满足建模需求
- 误差最小

样本量计算：分层多阶抽样方法

- 分层（人群分布多元覆盖）
 - 家庭大小、从业人员数、车辆拥有数
- 多阶（地域分布多元覆盖）
 - 区域：城六区、新城六区、远郊四区
 - 行政区
 - 街道办、地区办事处、乡镇
 - 居委会



一. 调查支撑模型



大数据时代下传统调查的变革

问题：如何更好的把握居民出行行为？

居民出行调查对于非集计建模的局限性：

- 缺乏多种服务水平的组合
- 服务水平各指标相关度较高
- 备选信息不充分



技术难点：

- 高质量的SP调查设计和分析方法
- SP与RP融合分析

2014 (平板电脑)

方式选择

小汽车	地面公交	地铁	出租车	自行车
油价 5.9元/升	票价 1元	票价 3元	车费 17元	
停车费 3元/小时				
	需换乘 2次	需换乘 2次		
全程通常需要 13分钟	全程通常需要 68分钟 10分钟步行到车站 30分钟候车 (包含换乘候车) 16分钟乘车 29分钟步行换乘 10分钟步行到目的地	全程通常需要 61分钟 20分钟步行到地铁站 3分钟候车 (包含换乘候车) 7分钟乘车 1分钟步行换乘 20分钟步行到目的地	全程通常需要 18分钟 5分钟候车 13分钟乘车	全程通常需要 23分钟
	拥挤程度 低 【查看拥挤】	拥挤程度 低 【查看拥挤】		自行车专用道 【查看拥挤】
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2005 (纸质)

2010 (纸质)



小客车

1. 总时间: 29分钟
其中:
步行时间: 7分钟
总行时间: 22分钟

2. 总费用: 21元
其中:
停车费用: 7元
运行费用: 14元

公共交通

1. 总时间: 54分钟
其中:
步行时间: 7分钟
候车时间: 13分钟
总行时间: 34分钟

2. 票价: 1元

方案1	方案2	方案3	方案4	方案5
时间 35分钟	时间 17分钟	时间 15分钟	时间 19分钟	时间 22分钟
步行: 12分钟 乘车: 6分钟 乘车: 17分钟	步行: 4分钟 乘车: 6分钟 乘车: 5分钟	步行: 1分钟 乘车: 14分钟	步行: 3分钟 乘车: 16分钟	步行: 22分钟
费用 0.5元 票价: 0.5元	费用 1.4元 票价: 1.4元	费用 11.6元 运行: 10.9元 停车: 0.9元	费用 9.8元 打车: 9.8元	费用 0元

一定选择小客车	可能选择小客车	无所谓	可能选择公共交通	一定选择公共交通
<input type="checkbox"/>				

如果您仍然需要进行曾经的【非通勤】目的出行前往市中心, 您选择什么时间和方式出行?

在高峰前 使用小汽车出行	在高峰期间 使用小汽车出行	在高峰后 使用小汽车出行	选择公共交通乘坐 地铁出行	在高峰时 乘坐出租车出行
早于 7:00 到达市中心 (比实际出行时间提前2小时11分钟)	在 7:00至8:00间 到达市中心	晚于 8:00 到达市中心(与实际出行时间相同)	到达市中心时间与您 实际出行时间相同	在 7:00至8:00间 到达市中心
拥堵收费 0元	拥堵收费 35元	拥堵收费 0元	拥堵收费 0元	拥堵收费 35元
			票价 2元 换乘 1次	车费 26元
全程通常需要 15分钟	全程通常需要 15分钟	全程通常需要 15分钟	全程通常需要 26分钟 3分钟候车(包含换乘候车) 11分钟乘地铁 3分钟步行换乘 10分钟步行至目的地	全程通常需要 65分钟 20分钟候车 15分钟乘车
			拥挤程度 低 【查看拥挤】	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

拥挤收费

- 根据受访者实际出行距离计算出行时间及费用
- 对小汽车选项不同出行时段设定不同旅行速度
- 无车户不显示小汽车选项
- 超过10公里的出行不显示自行车选项

来源于居民出行调查的实际出行信息

出发地：家 到达地：商场 目的：非通勤
 到达时间：上午11点 交通方式：地铁

如果您仍然需要进行曾经的【非通勤】目的出行，您最可能选择哪种方式出行？

小汽车	地面公交	地铁	出租车	自行车
油价 5.9元/升	票价 1元	票价 3元	车费 17元	
停车费 3元/小时				
	需换乘 2次	需换乘 2次		
全程通常需要 13分钟	全程通常需要 68分钟 10分钟步行到车站 30分钟候车 (包含换乘时候车) 16分钟乘车 2分钟步行换乘 10分钟步行到目的地	全程通常需要 51分钟 20分钟步行到地铁站 3分钟候车 (包含换乘时候车) 7分钟乘车 1分钟步行换乘 20分钟步行到目的地	全程通常需要 18分钟 5分钟候车 13分钟乘车	全程通常需要 29分钟
	拥挤程度 中 【查看图例】	拥挤程度 低 【查看图例】		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

如果您只能选择这些方式出行，您是否仍将前往这个地点？（单选）

是的
 不会，我会选择去其他地方
 不会，我会放弃这次出行
 其他，请注明

总进度 1/8

- 高效设计方法，去除极端组合，让受访者在每个问题上都必须做出取舍
- 细化问卷的同时没有延长访问时间

2010
正交均匀设计
16个变量
每个变量4个水平



2014
高效设计
21个变量
每个变量4至6个水平

往届调查的推定结果



高效设计组合

北京SP调查

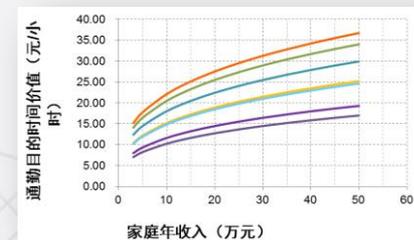
居民出行调查
纸质问卷数据



交研中心服务器



建模分析



在正式调查前反馈
预调查分析结果
验证设计方案

SP调查实施



A faint, light gray icon of a lightbulb is positioned above the first text box.

一. 调查支撑模型

A faint, light gray icon of a cloud is positioned to the left of the second text box.

二. 模型体系完善

A faint, light gray icon of a dome-shaped architectural structure is positioned to the left of the third text box.

三. 模型验证方法

A faint, light gray wireframe icon of a building or stadium structure is positioned to the left of the fourth text box.

四. 模型功能拓展



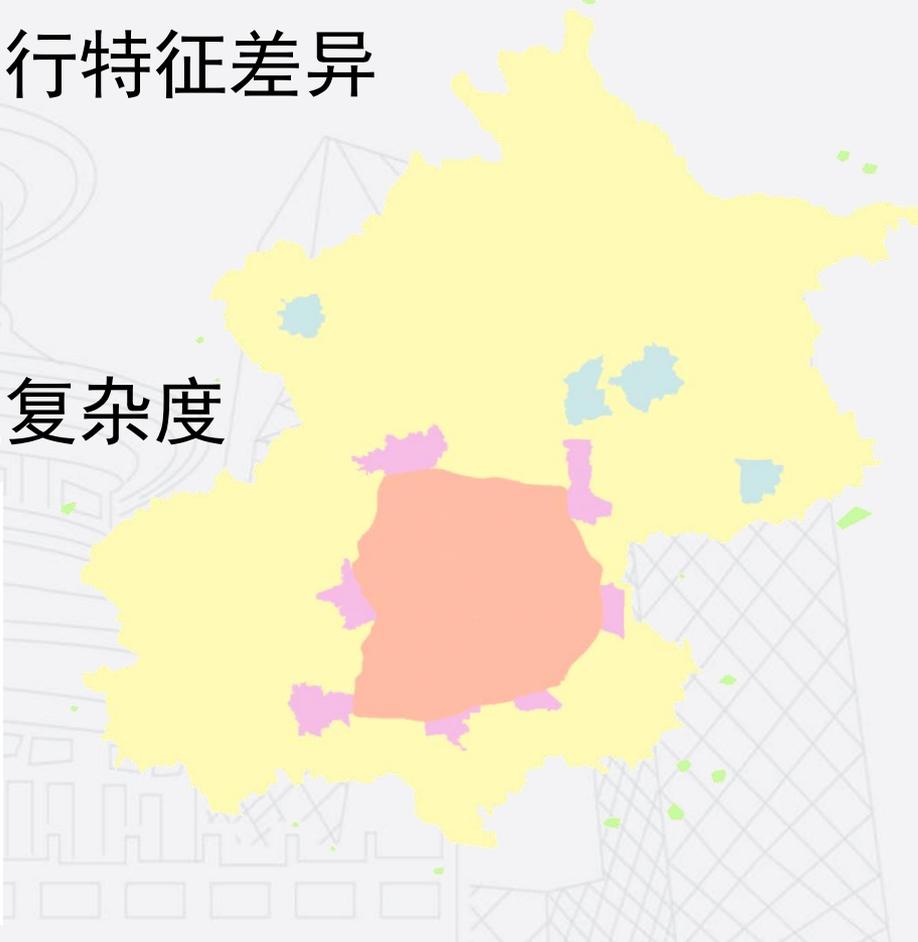
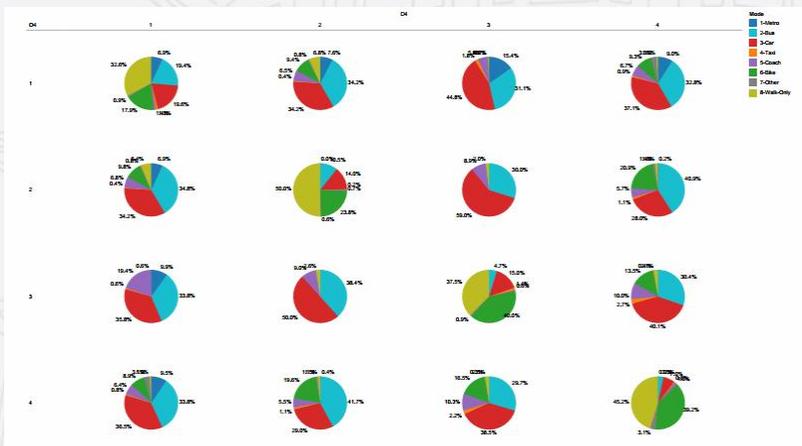
问题

- 模型覆盖范围：多层次模型 vs. 大模型
- 如何反映不同区域出行特征差异



难点

- 多元覆盖增加了模型复杂度



二. 模型体系完善

	子项	改进内容
1	模型范围、层次	<ul style="list-style-type: none"> ● 一个模型覆盖多个层次 ● 考虑中心城、新城、乡镇等不同区域出行特征差异
2	人口合成模型	<ul style="list-style-type: none"> ● 以人口普查数据作为控制变量 ● 将结果集成作为模型输入数据
3	机动车保有量模型	<ul style="list-style-type: none"> ● 建立Logit模型并进行总量控制，考虑收入、可达性等条件
4	人群分组	<ul style="list-style-type: none"> ● 影响变量：区域、有车、收入、年龄、产业、退休人员、学龄前、学生等 ● 通过出行特征差异确定最佳人群分组
5	模型结构	<ul style="list-style-type: none"> ● 基于TOUR模型原理 ● 4个时段的模型标定 ● 循环收敛约束：出行时间和流量 ● 循环反馈至保有量模型

二. 模型体系完善

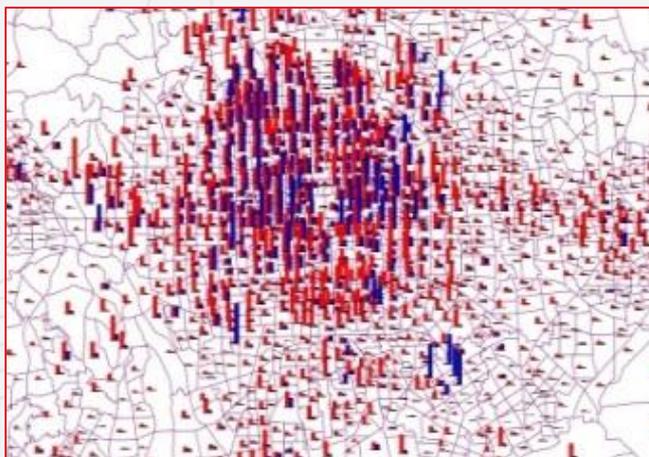
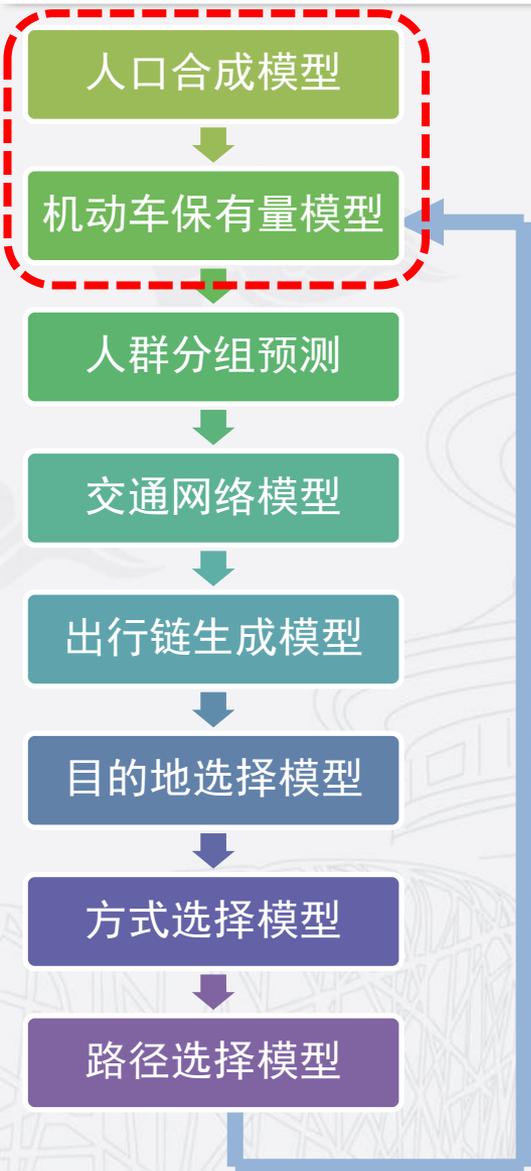
- 模型构成

主体模型

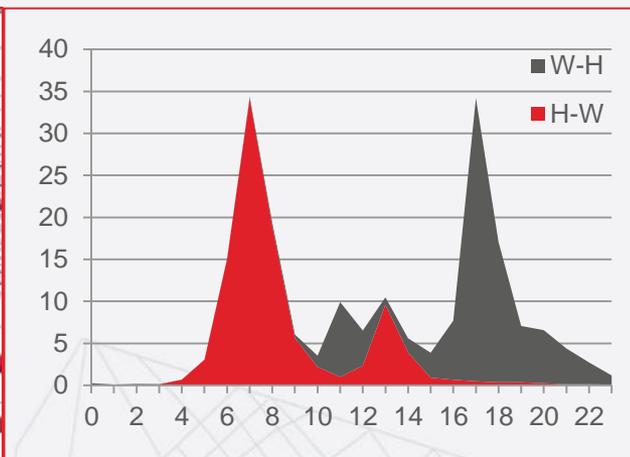
- 北京常住居民

附加模型

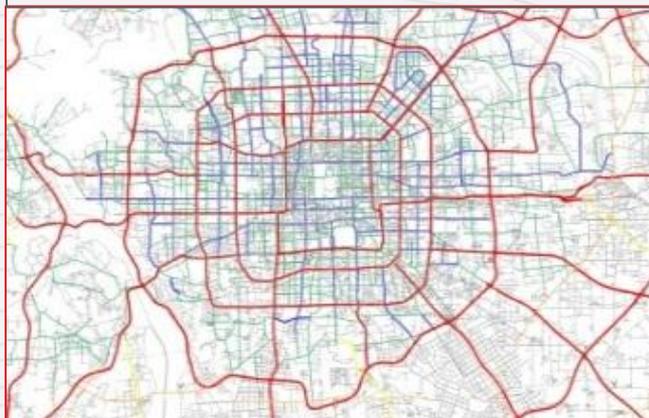
- 临时来京人员
- 机场、火车站、长途客运到离需求
- 对外需求



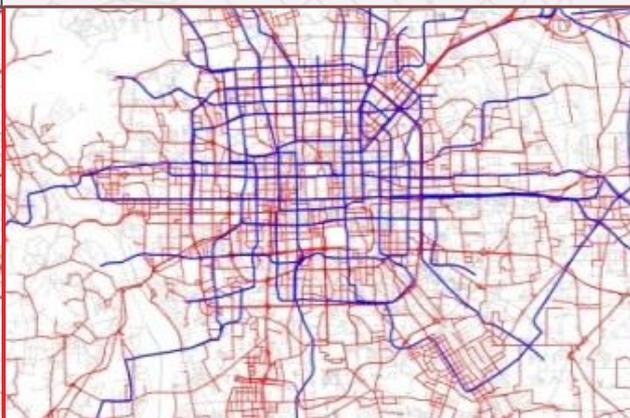
人口社会经济及土地利用数据



居民出行行为特征数据
其它交通调查、运行监测数据



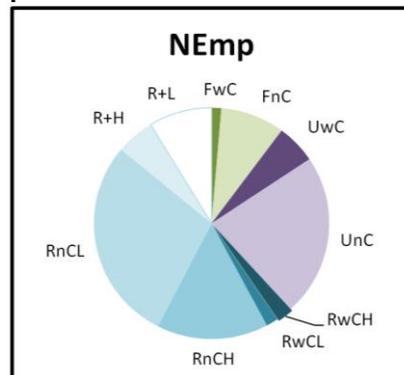
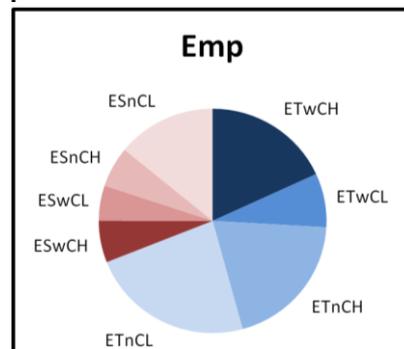
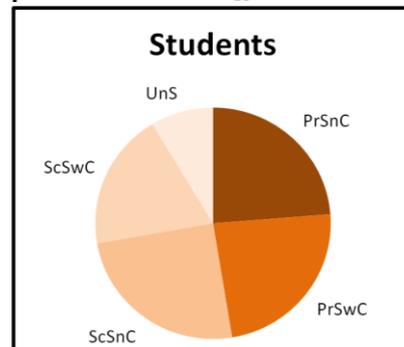
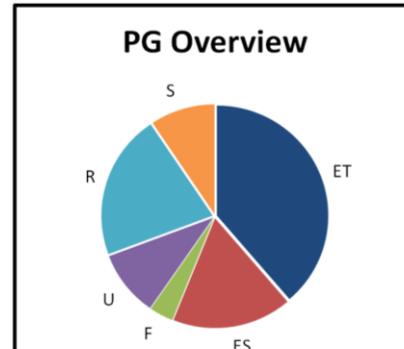
道路网络数据
拓扑、技术指标、交通管理、组织信息等



公共交通网络数据
网络拓扑、运营组织、票制票价等

人群分组

变量	类别	简称
人员类别	职工	E
	照顾家庭	F
	无职业	U
	退休	R
	小学生	PrS
	中学生	ScS
	大学生	UnS
行业	第三产业	T
	第一、二产业	S
拥有小汽车	有	wC
	无	nC
收入	高	H
	低	L
年龄 (细分退休人员)	≤ 70 years	
	高龄	+



目标

- 通过人口合成获得非集计的人口数据
- 满足本次人群划分需求和今后Activity-based建模需求

输入

- 控制数据：人口按人员结构分布数据（人口普查）
- 样本数据：调查中所有人口样本数据（居民出行调查）

输出

- 产生每个家庭、每个人按属性分类的数据
- 每个家庭、每个人1条记录，带扩样加权系数

方法

- 采用IPF(迭代比例拟合)和IPU(迭代比例更新)
- 在给定人口构成分布样本条件下将家庭和人口数据细分，控制家庭和人口的分布与普查数据一致

软件

- PopGen (Open-source)

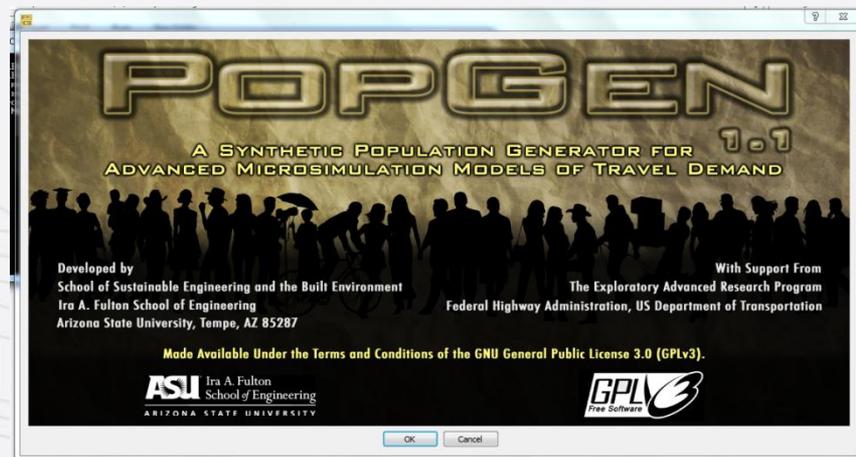
控制变量：

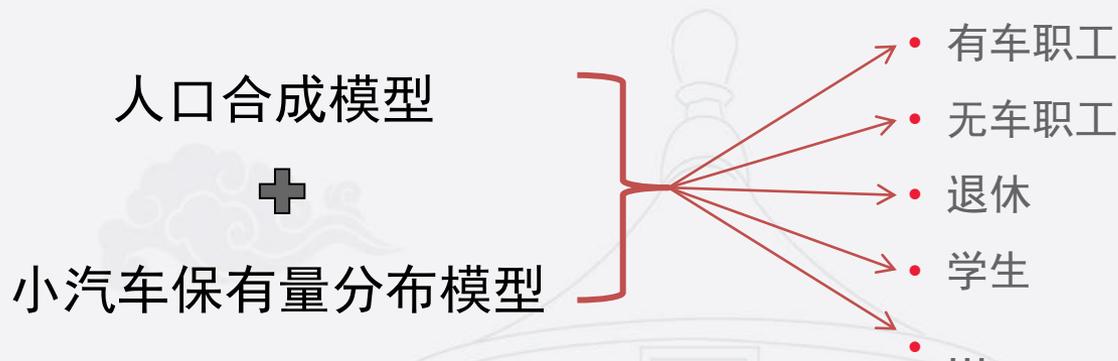
- 户：

- 家庭大小
- 户主年龄分布
- 户内工作人数
- 有无小孩

- 人：

- 年龄分布
- 性别分布





确定人群分组

1. 小汽车总量：作为控制变量

2. 小汽车空间分布：Logit模型计算

- 区域类别
- 家庭工作人数
- 家庭有小孩(< 15 years)
- 收入 (低、中、高)
- 可达性 (公共交通和小汽车对比)

$$GEH = \frac{PuT - PrT}{\sqrt{PuT}}$$



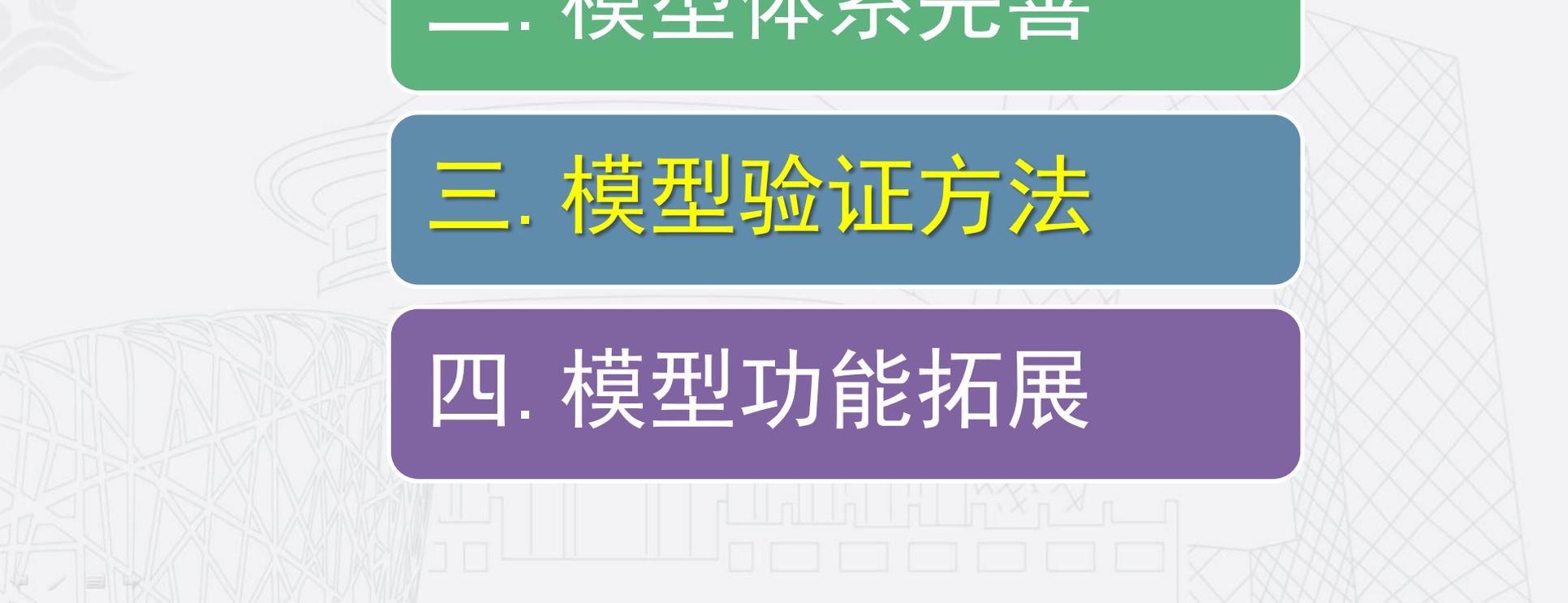
A faint, light gray icon of a lightbulb is positioned above the first text box.

一. 调查支撑模型

A faint, light gray icon of a cloud is positioned to the left of the second text box.

二. 模型体系完善

三. 模型验证方法

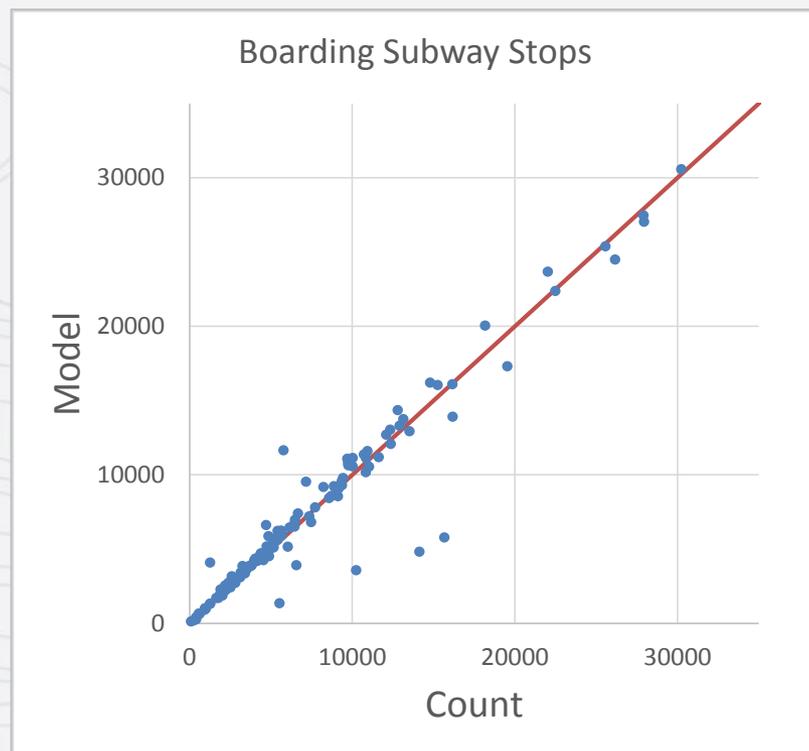
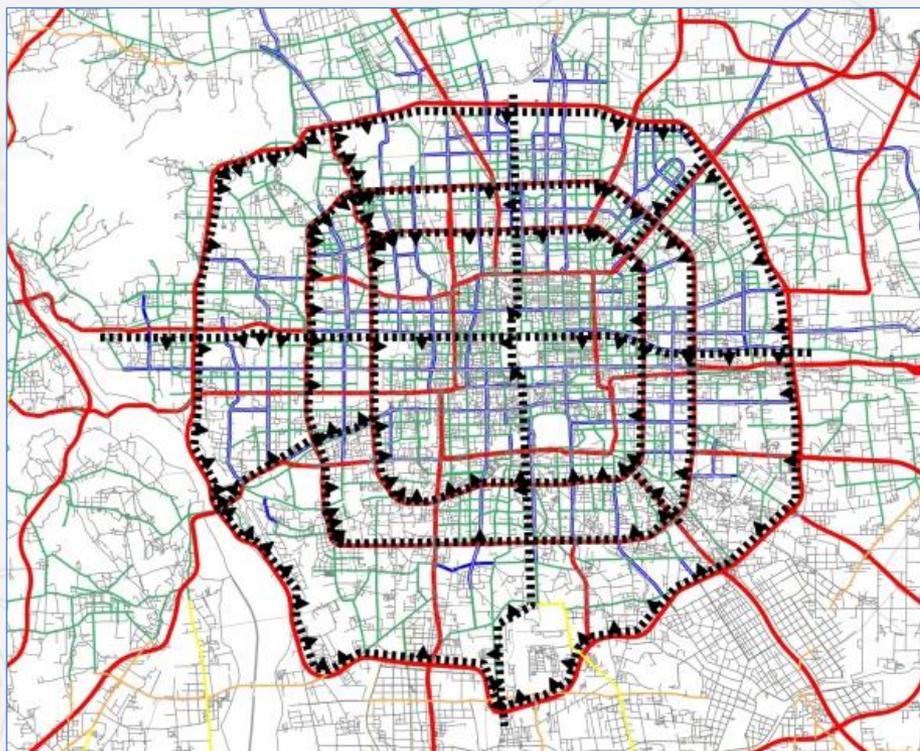
A faint, light gray architectural wireframe of a building is visible in the background, spanning the bottom half of the slide.

四. 模型功能拓展



问题：大数据的利与弊

利用各种大数据验证的模型结果可靠吗？



三. 模型验证方法



难点：测试模型是否有能力**预测未来行为**

合理性检查

- 检查参数
- 整体结果
- 分区结果
- 逻辑检验

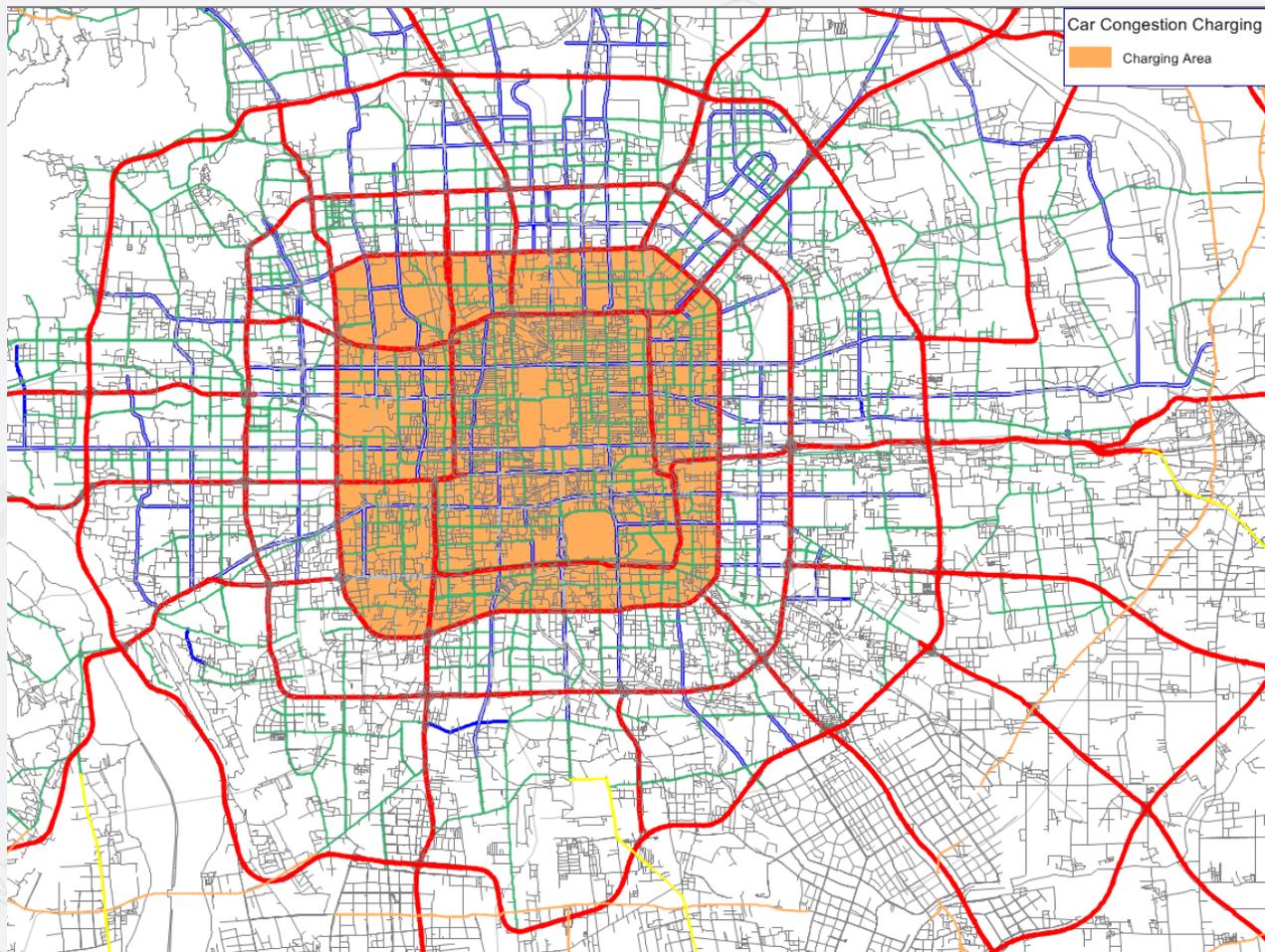
敏感性分析

- 人口社会经济数据
- 交通网络
- 政策变化

模型敏感性测试：拥挤收费

初步测试方案

- 范围：三环路内
- 时段：早高峰
- 费率：10 元/次

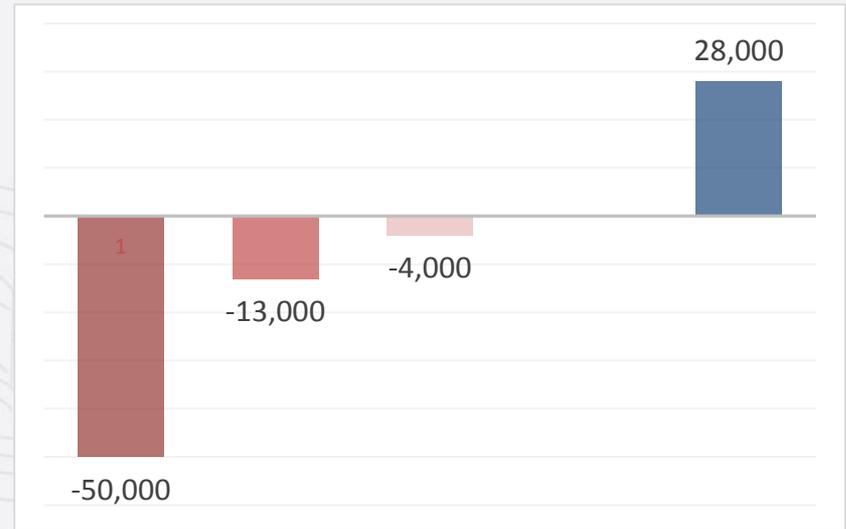


- 进入三环的小汽车出行量减少15%

- 1人开车: -19%
- 2人小汽车: -10%
- 3人以上小汽车: -6%

- 三环内的人公里变化

- 小汽车: -14%
- 公共交通: +15%



- 斯德哥尔摩(2.40 EUR/次): 小汽车出行量降低20%，车公里降低16%

A faint, light-colored icon of a lightbulb is positioned above the first text box.

一. 调查支撑模型

A faint, light-colored icon of a cloud is positioned to the left of the second text box.

二. 模型体系完善

A faint, light-colored icon of a dome-shaped architectural structure is positioned to the left of the third text box.

三. 模型验证方法

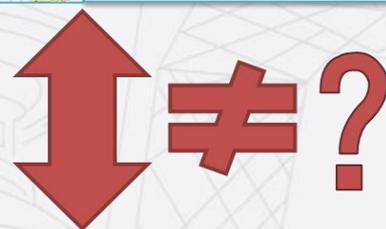
A faint, light-colored wireframe icon of a building is positioned to the left of the fourth text box.

四. 模型功能拓展

四. 模型功能拓展



问题： 如何把握动态出行需求变化与交通指数对应？



技术难点：
 - 动态OD估计



动态需求预测

既有模型

长期预测

宏观静态

复杂庞大

数据支撑

新型模型

快速反应

动态计算

运行反馈

灵活高效



既有模型

宏观静态
数据依赖多
更新周期长

新型模型

动态计算
运行反馈
快速预测

前提条件

- 人口、就业、就学、机动车、土地利用
- 交通设施供给、运营管理、交通政策等



建模方法

- 利用出行调查数据，构建行为选择模型
- 模型参数标定和结果验证



模型预测

- 出行生成：出行总量、出行链总量
- 出行分布：出行OD量
- 方式选择：分方式的出行量
- 网络分配：道路网和公交网的车辆流量和人流量
- 供需分析：迭代反馈直至收敛平衡

前提条件

- 既有宏观模型
- 交通运行监测数据：流量、速度



建模方法

- 利用运行监测数据进行动态校正
- 实现运行反馈、快速反应和动态模拟



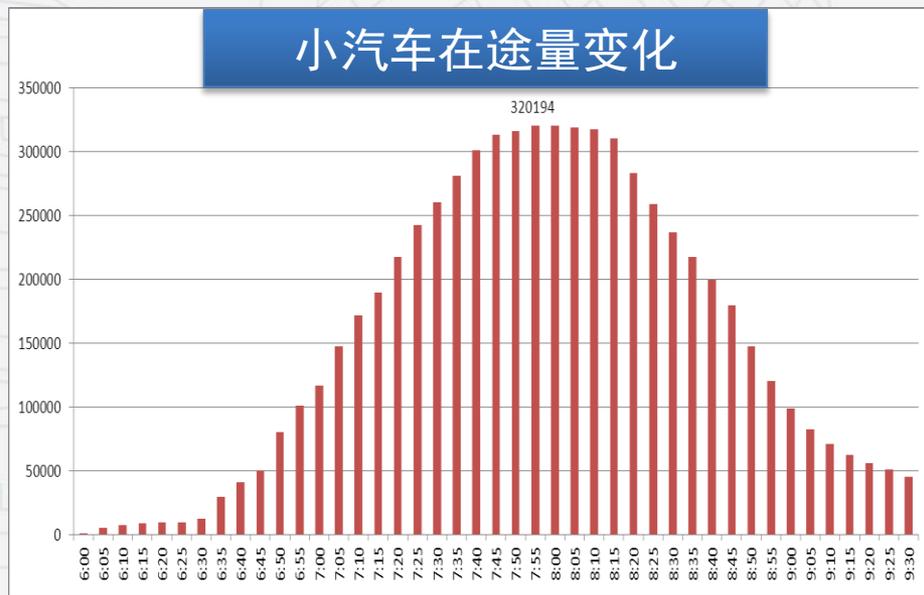
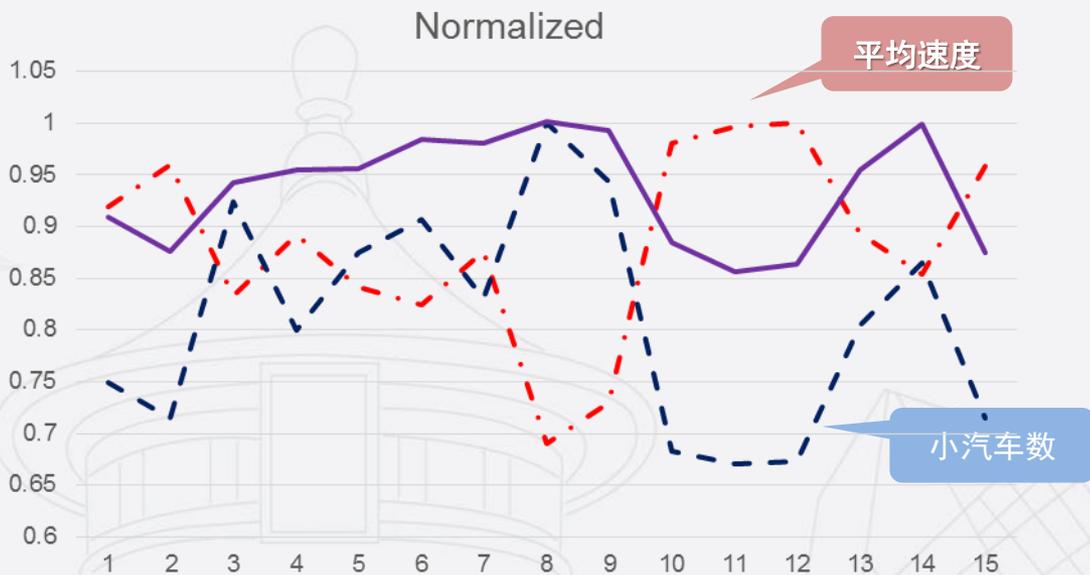
模型预测

- 动态OD校正
- 动态OD分配
- 模拟车辆动态生成、路径选择、行驶过程

- 1. 典型日的动态OD估计
 - 选取多个典型日的路段流量及浮动车数据
 - 给定初始值进行模拟计算
 - 标定多个典型日的出行参数
- 2. 任意日的动态OD估计
 - 查找较匹配的典型日数据
 - 计算待估计日与典型日在路段流量及浮动车数据上的差异
 - 计算待估计日的出行参数的修正系数



动态需求预测：模型运行结果



请您指教，谢谢！

线凯 xiank@bjtrc.org.cn