

# 基于共享单车截面流量 数据的空间句法分析

Space Syntax Analysis Based on the Traffic Data of the Shared Bikes

汇报人：杨振盛  
指导教师：盛强  
北京交通大学  
2017年11月25日





## 第一部分

# 研究背景

## 研究背景

# 社会热点·共享单车骑行热潮

自行车曾是中国过去的生动写照，十九世纪末自行车开始传入中国，新中国成立之后自行车开始走进普通百姓的生活，改革开放时期自行车数量猛增，到20世纪80年代中国就被称为“自行车”王国，中国自行车保有量达到了5亿辆，是当时最主要的交通工具。直至20世纪90年代中后期，随着私家车的增长，自行车的产量才开始下降。直至21世纪私家车已普及到大众家庭，自行车则逐渐退出了大众的视野，被认为是一种过时的交通工具。

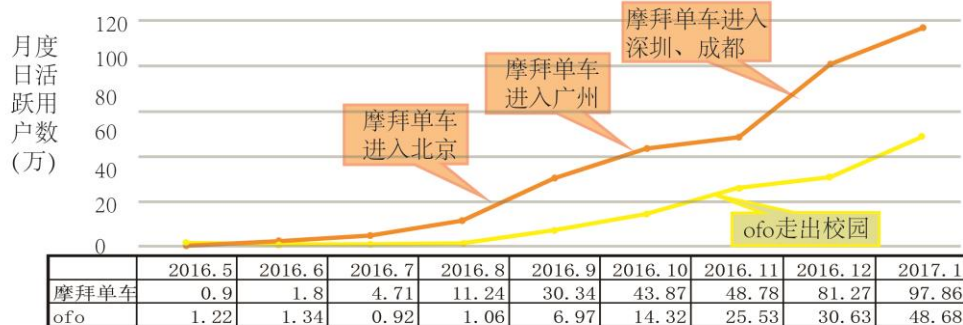
然而，2016年下半年共享单车的快速发展则改变了这一印象。2017年春季相继涌现了20多家平台机构在全国20多个省、自治区、直辖市以及海外国家投放大量共享单车。据统计，北京市目前有15家企业共投放235万辆共享单车供市民骑行。ofo小黄车建立了中国首个无桩共享单车出行平台，致力于解决城市出行问题，摩拜单车基于互联网以单车共享的方式促进了骑行潮流的快速膨胀。短时间内街区上随处可见的共享单车引发了人们外出对交通工具的选择变化，自行车出行占比相比共享单车出现之前翻了一番。



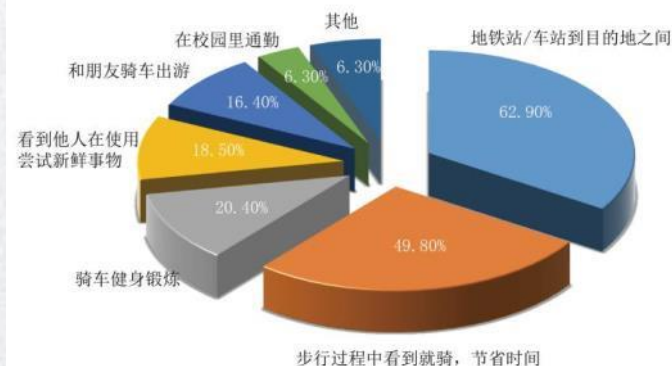
# 研究背景

## 新热点·新问题

ofo和摩拜单车的月度日活跃用户增长趋势图



共享单车使用场景统计



共享自行车数量暴增

导致

停放位置紧张

出行工具变化引发

路权划分

思考



# 研究背景

---

停放  
紧张

北京市规划院《共享单车与电动自行车停放》课题研究的阶段性研究报告中指出：北京市民对于共享单车的需求总量约为172万-201万辆，而目前道路可停放车辆只有120万辆，从长期运营角度考虑缺乏停放缺口52-81万辆。2017年9月7日北京市交通委已暂停北京市新增投放共享自行车，开始采取机械的搬运方式来缓解地铁站点周边自行车的潮汐式停放问题

如何合理的分配有限的道路空间，既推进人本主义街道的设计理念，又能平衡各类交通的需求，优化骑行空间，是摆在城市设计师面前的又一道难题。

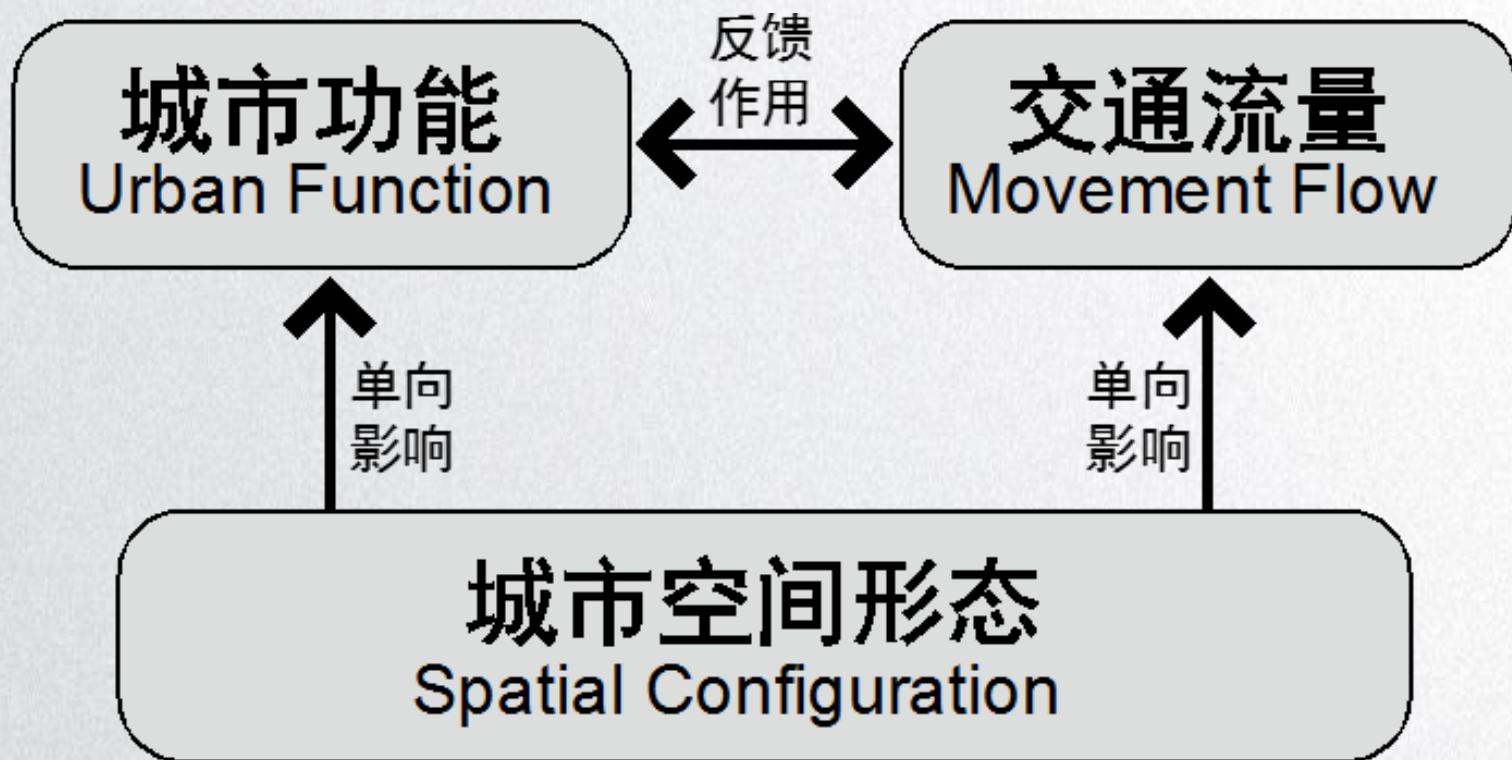
路权  
思考



第二部分

# 理论工具

# 理论基础 空间句法



城市空间、功能及交通流量的关系

注图：盛强

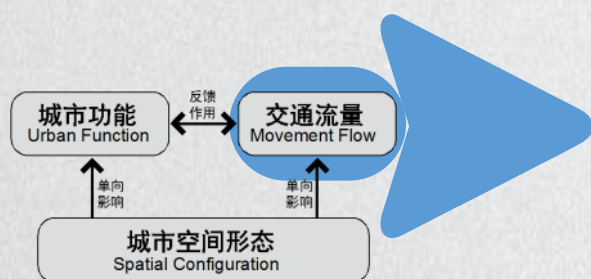


## 第三部分

# 研究框架



# 研究思路



道路截面流量

机动车

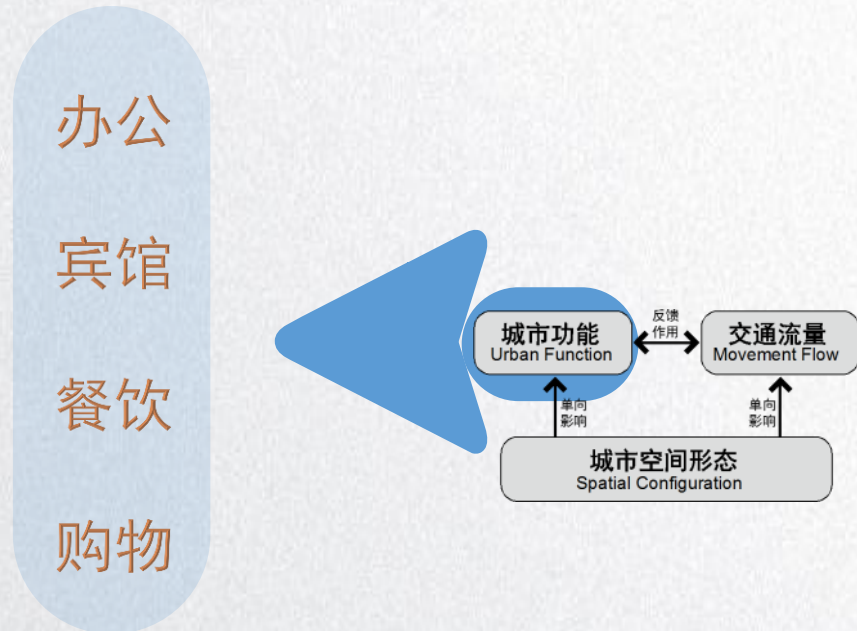
电动车

自行车

非机动车

数据来源：实地调研道路截面流量数据

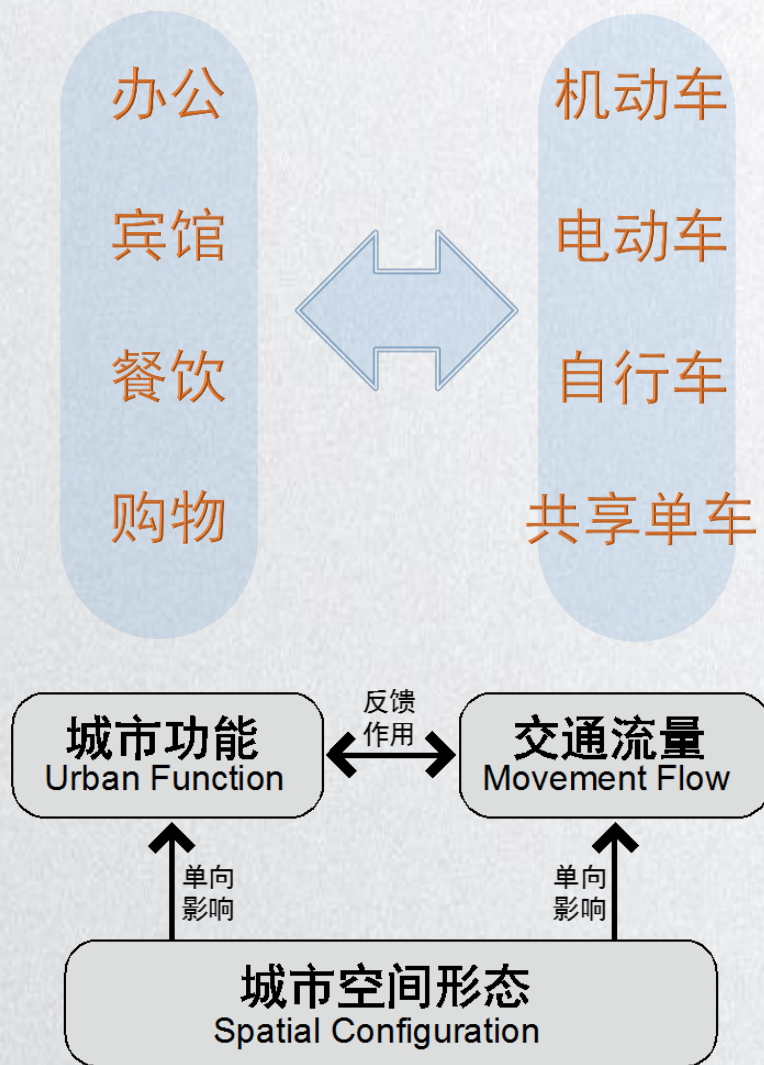
# 研究思路



数据来源：Geosharp软件采集的北京一定范围POI数据



# 研究思路





## 第四部分

# 数据处理



# 实验数据 · 处理过程

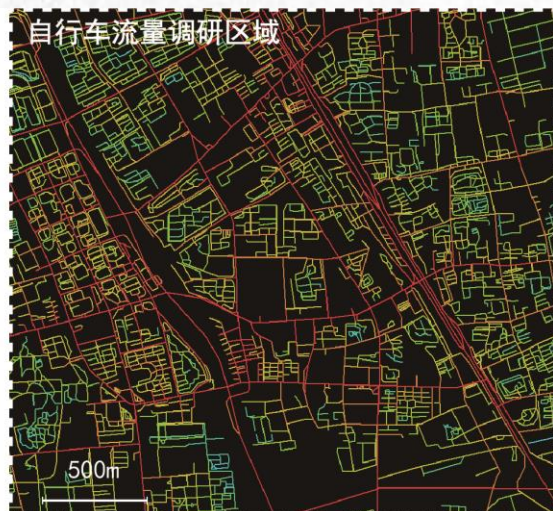
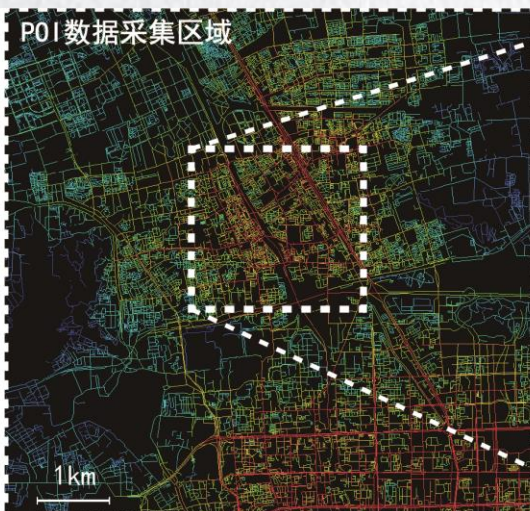
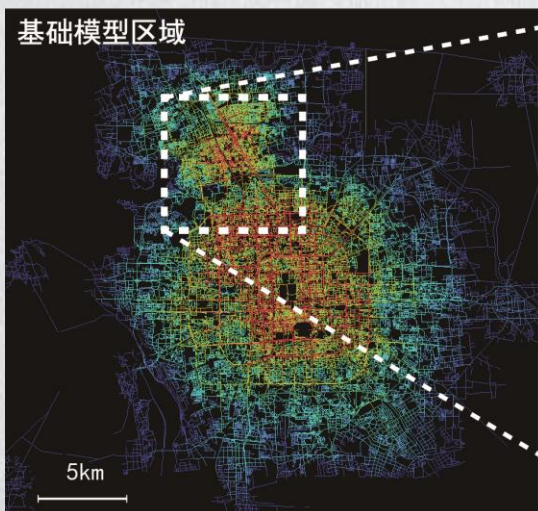


基础模型

权重模型

机动车 → 非机动车 → 总自行车 → OFO单车 → 摩拜单车

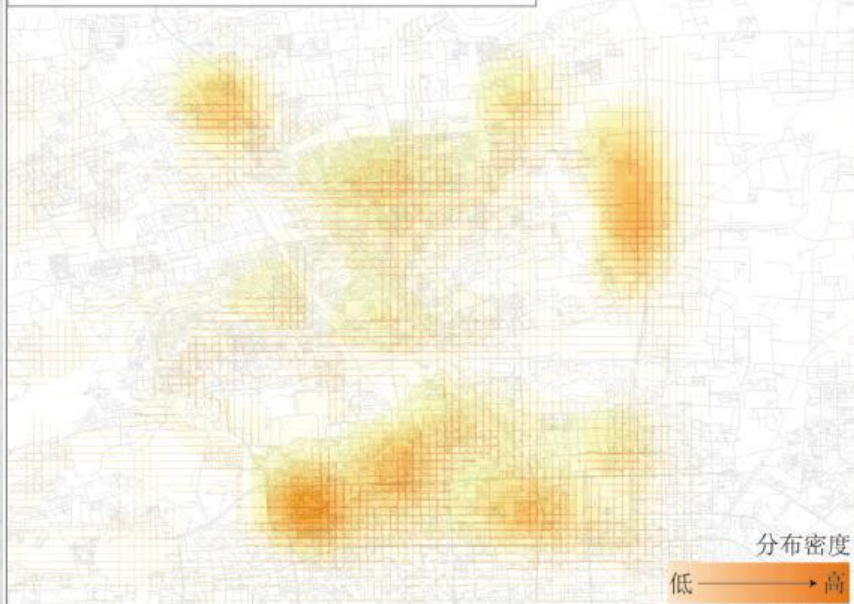
# 基础模型



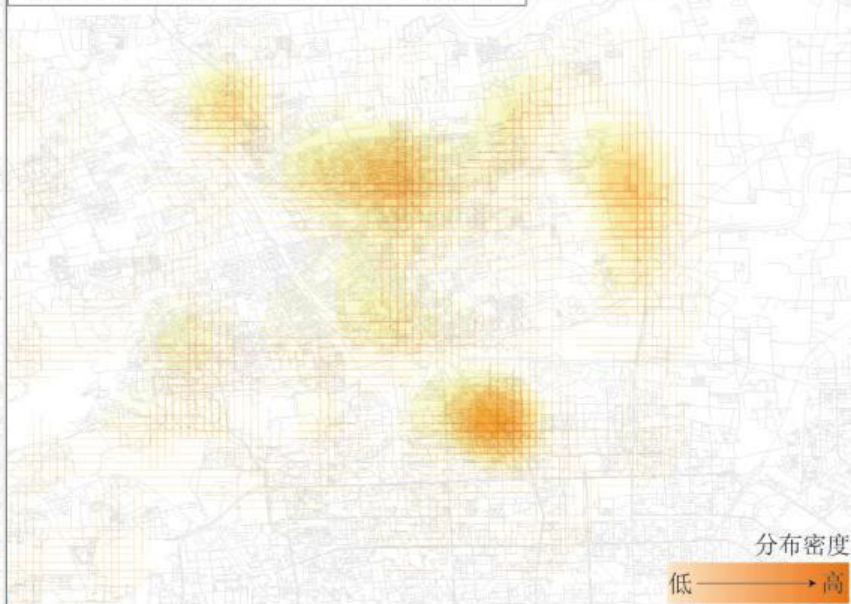


# POI数据

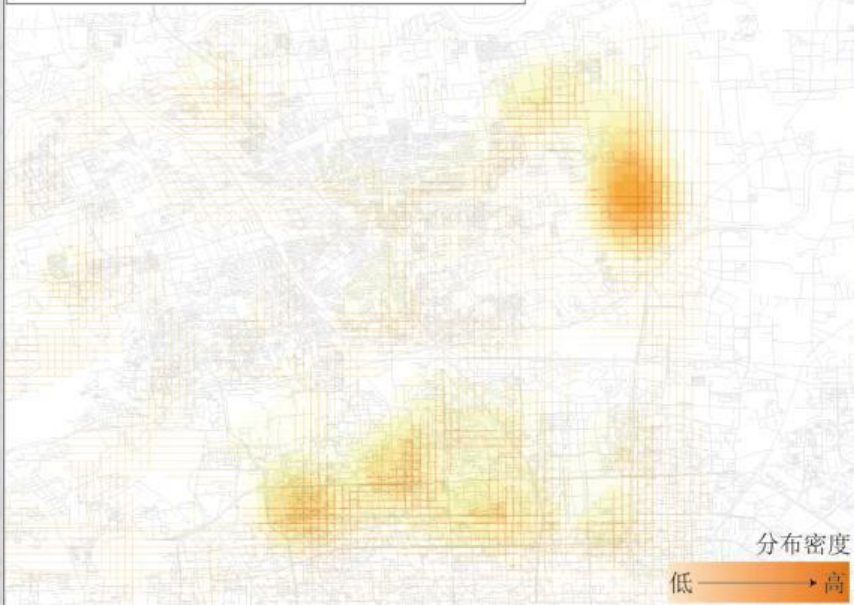
餐饮POI数据分布密度 12123个点数据



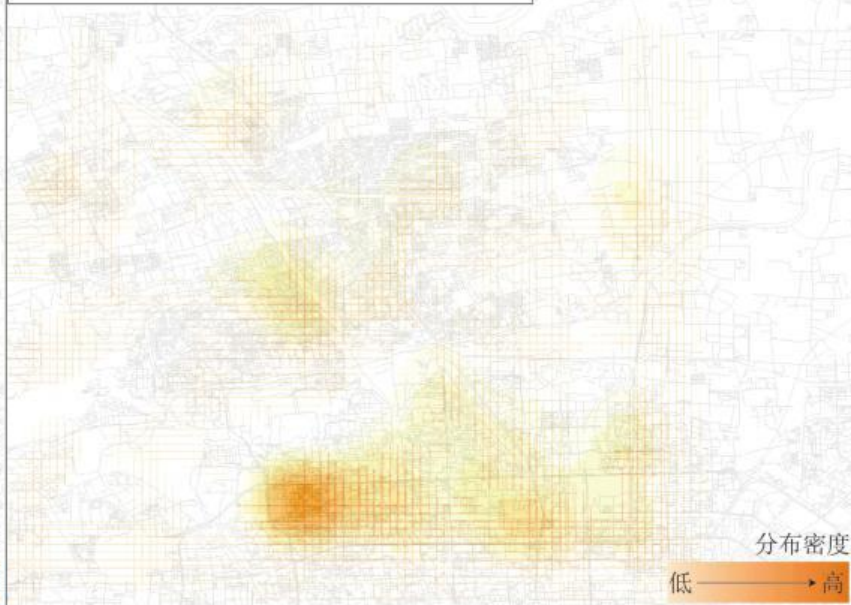
购物POI数据分布密度 13109个点数据



宾馆POI数据分布密度 2126个点数据



办公POI数据分布密度 19241个点数据

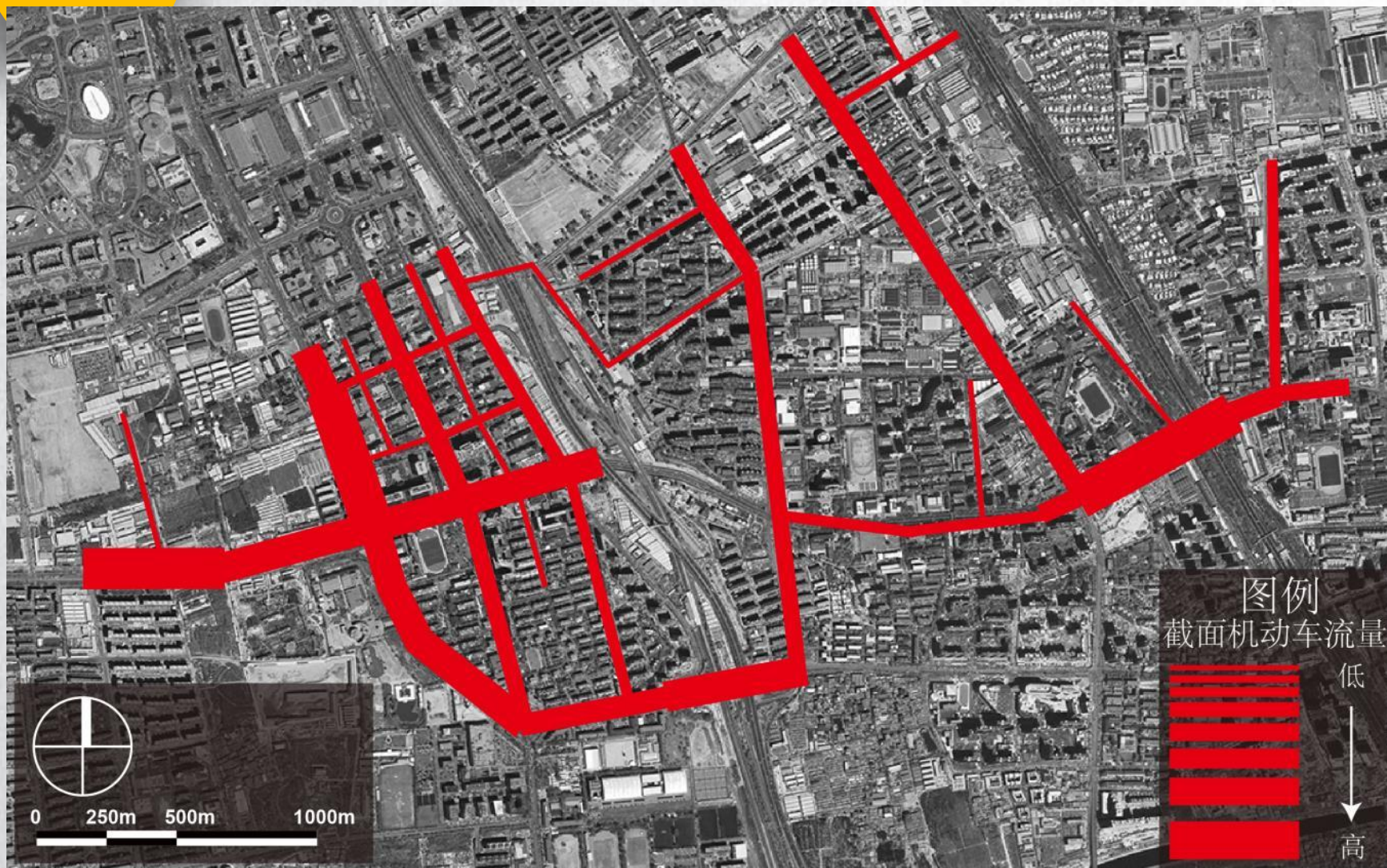




# 空间关联处理

对机动车和非机动车截面流量的  
空间句法基础模型分析

机动车  
截面流量





# 空间关联处理

机动车  
截面流量  
关联分析

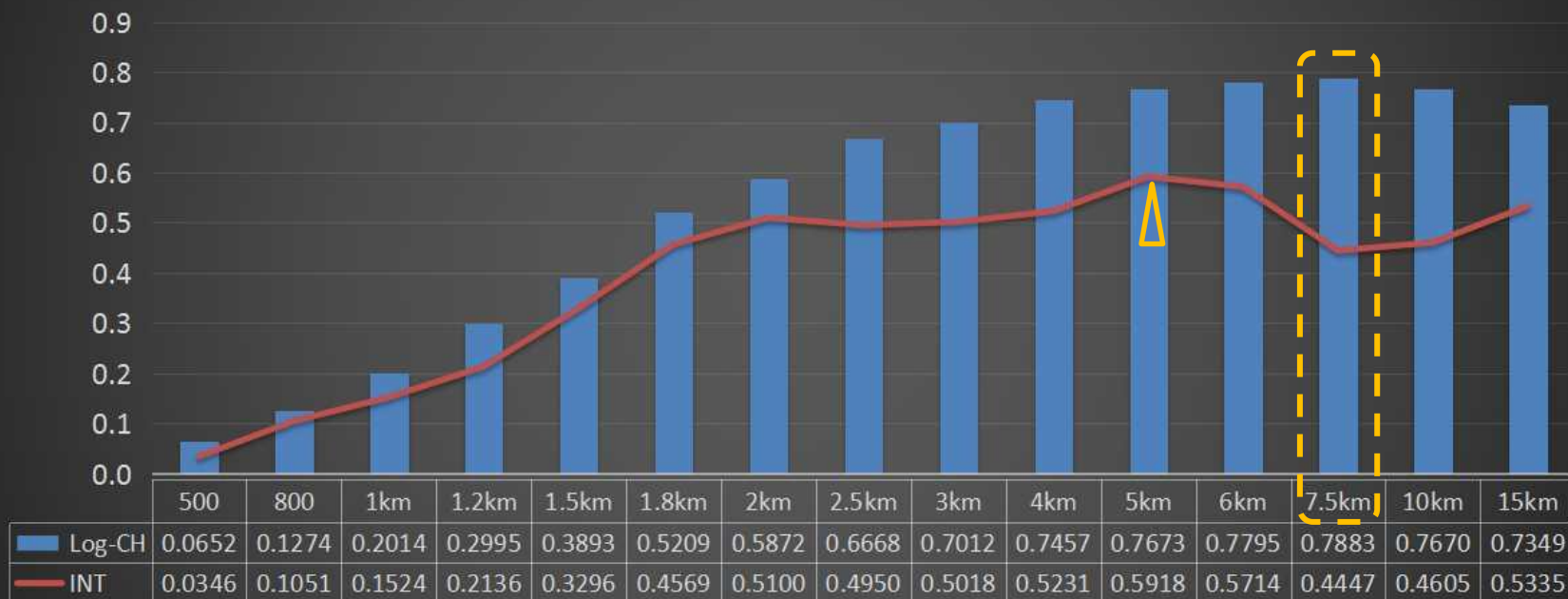
基础模型

权重模型

机动车→非机动车→总自行车→0F0单车→摩拜单车

对机动车流量分析

机动车截面流量在基础模型中的关联分析结果



随着计算半径的增加，选择度对数的分析效果稳步提升，最终在7500米半径达到峰值0.7883后逐渐下降。

以此分析为基础生成流量预测公式：

$$\text{Log (车流量)} = 0.806109 * (\text{Log\_CH}_{7500}) - 2.53572$$

通过流量预测公式，可以预测道路更改带来的流量变化，根据设计后的流量合理设计道路空间。

# 空间关联处理

## 非机动车流量分析

实地调研  
数据对比





# 空间关联处理

## 非机动车 截面流量 关联分析

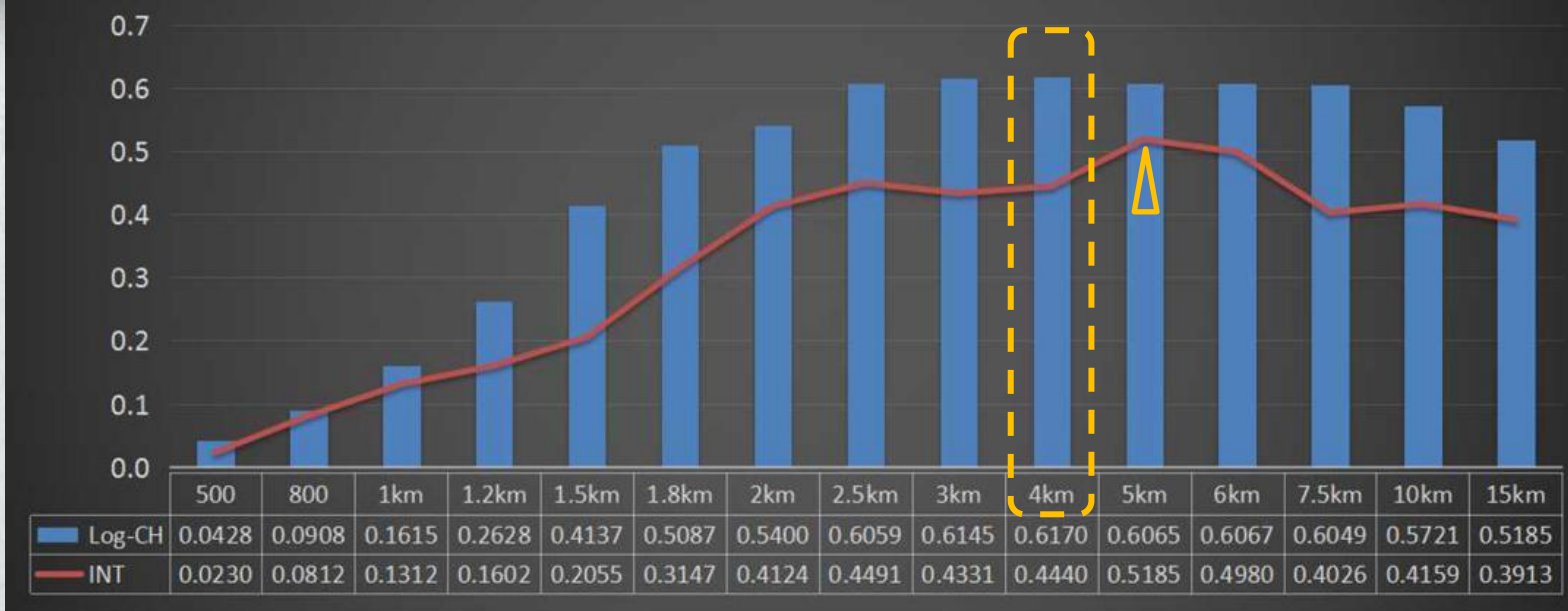
基础模型

权重模型

机动车→非机动车→总自行车→0F0单车→摩拜单车

## 非机动车流量分析

非机动车截面流量在基础模型中的关联分析结果



- 选择度对数在 4 km 半径达到峰值 0.6170，而整合度的分析结果显示在 5 公里半径达到峰值 0.5185。
- 对比机动车和非机动车的分析结果，最明显的变化是最高关联半径由 7.5km 降低到了 4km 左右，这个半径的差异也证实了机动车的活动范围远大于非机动车道上行驶的各类车辆。
- 与对机动车流量数据的分析类似，其结论也可以用于预测各设计方案中各个路段上的非机动车流量，从而为合理分配路权提供了理性量化的预测工具。
- 在机动车与非机动车的流量分析过程中，选择度空间参数均体现出了比整合度空间参数更好的关联效果，在接下来的分析过程中采用选择度空间参数。



# 空间关联处理

自行车  
截面流量

自行车流量分析



对非机动车道上行驶的人力自行车进行研究是本文的重点。本部分研究基于对364条视频中的所有人力自行车截面流量进行统计加总后，可视化如上图所示。



# 空间关联处理

自行车  
截面流量  
关联分析

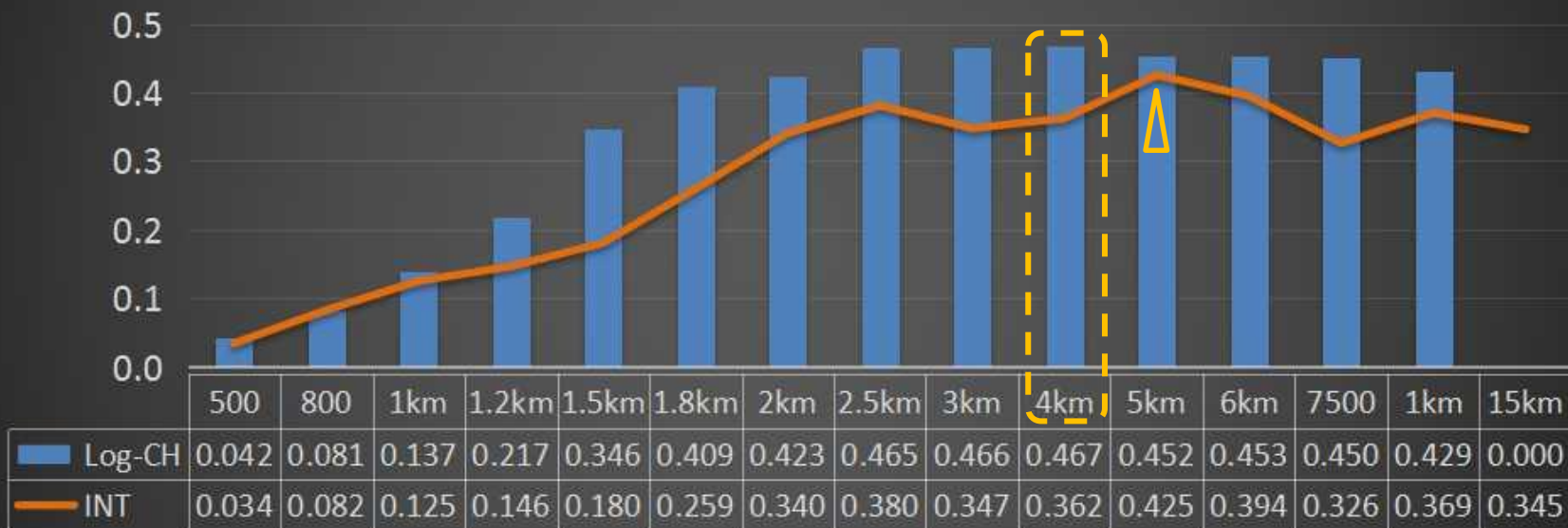
基础模型

权重模型

机动车→非机动车→总自行车→0F0单车→摩拜单车

总自行车流量分析

总自行车截面流量在基础模型中的关联分析结果



4km半径的选择度与总自行车流量的关联程度最高为0.467。对比前面部分研究中对非机动车总体进行的分析，对自行车的分析效果决定系数明显下降。考虑到在非机动车流量占比中电动车过半，可以推论电动车与选择度对数的关联应该远比自行车明显。从这个角度来讲，电动车在模型分析中的表现和实际的道路选择模式应该更接近汽车，只不过活动的尺度范围明显偏小。客观来说，0.467的决定系数仍具有较强的统计意义，该结论对预测各设计方案路网中各类人力自行车的分布有一定价值。

# 空间关联处理

基础模型

权重模型

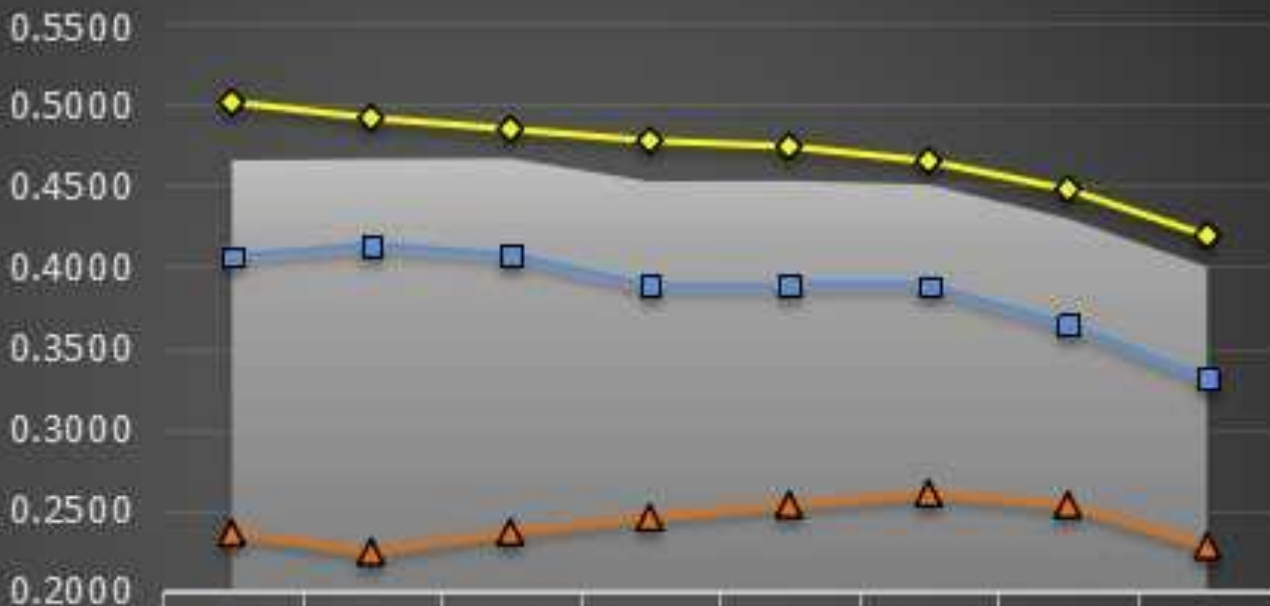
机动车→非机动车→总自行车→OFO单车→摩拜单车

## 对自行车流量分布的细分分析

选择度  
与细分流量  
关联分析

图中可以直观看出ofo共享单车相比其他各类自行车体现出与选择度空间参数最高的关联性，在2500米半径上达0.4904，而摩拜单车的的关联性最低，与各个半径的选择度关联较稳定，平均在0.25左右。

选择度与各类自行车截面流量关联结果对比图



	2.5km	3km	4km	5km	6km	7.5km	10km	15km
总自行车	0.4658	0.4665	0.4670	0.4527	0.4531	0.4509	0.4298	0.4001
个人自行车	0.4066	0.4135	0.4074	0.3884	0.3891	0.3881	0.3644	0.3309
OFO	0.5018	0.4921	0.4851	0.4780	0.4745	0.4655	0.4480	0.4194
摩拜	0.2356	0.2237	0.2359	0.2451	0.2529	0.2600	0.2528	0.2273





基础模型

权重模型

前面的研究中主要依靠空间句法模型对路网结构的量化来分析各类交通流量的空间分布。真实的交通出行除受路网形态影响外，具体功能的吸引也是一个重要因素。因此，本部分研究旨在引入POI（Point of Interest）数据，通过权重计算的方法来分析各类功能分布对自行车流量的影响。权重计算为空间句法软件自带的功能，通过选择特定的POI功能或所有功能的加总来拉动运动出行。简单来说，有更多功能分布的线段会成为相应比例更多的目标点和出发点，从而在周边和沿线生成更多的路径。以此来模拟真实自行车运动受功能吸引的结果。

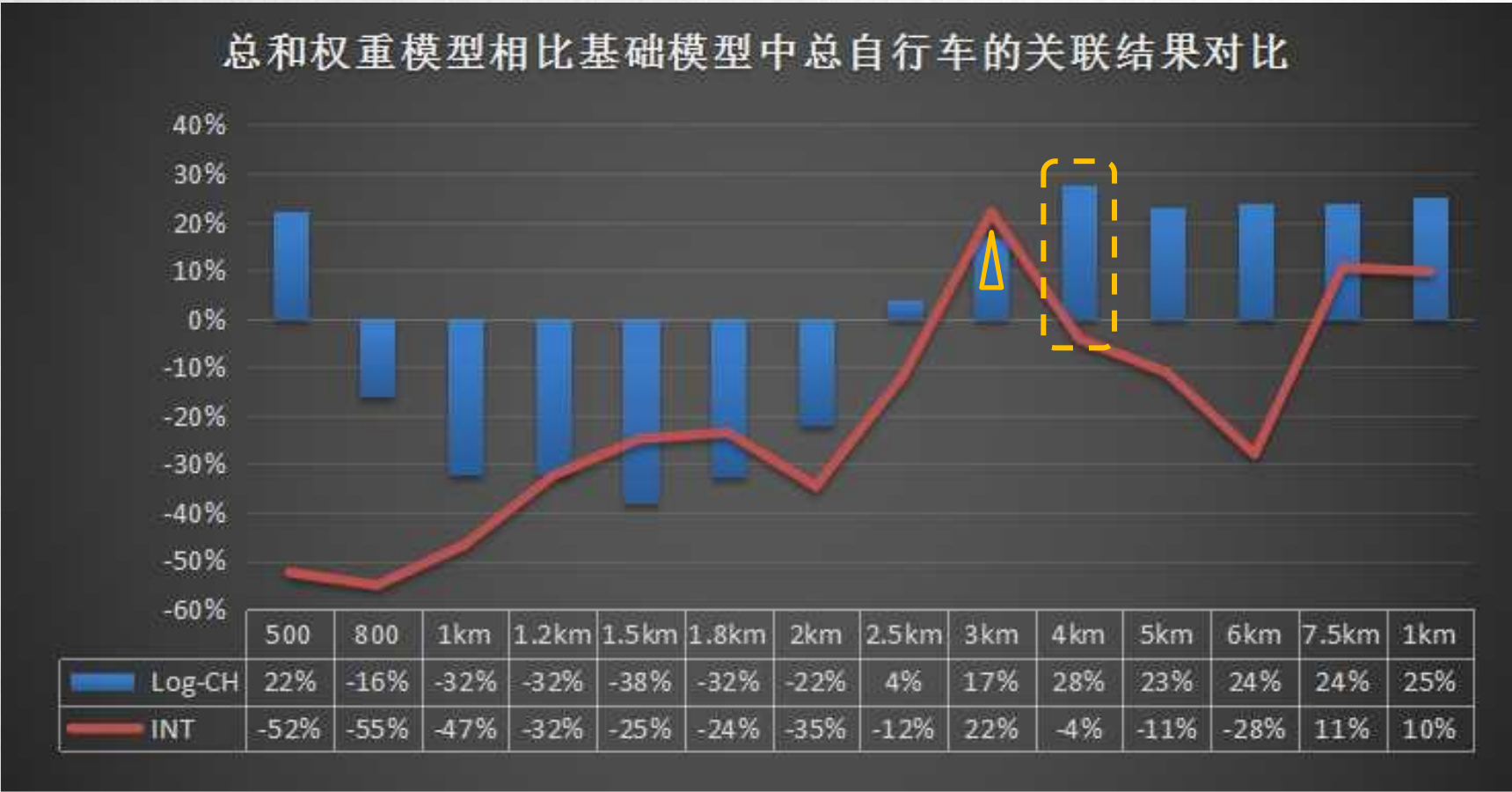
# 空间关联处理

基础模型

权重模型

机动车→非机动车→总自行车→0F0单车→摩拜单车

## 对自行车流量分布的细分与权重模型分析





# 空间关联处理

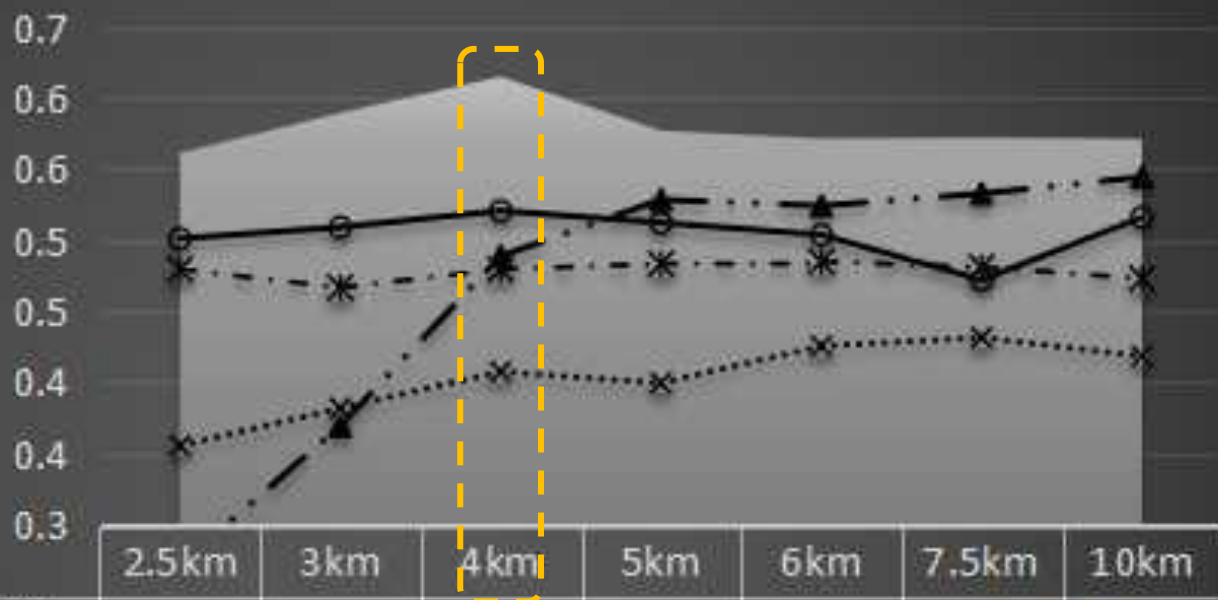
基础模型

权重模型

机动车→非机动车→总自行车→**0F0单车**→摩拜单车

## 对自行车流量分布的细分权重模型分析

ofo共享单车截面流量在五类POI权重模型中的关联对比图



总POI为权重	0.5610	0.5891	0.6147	0.5766	0.5711	0.5718	0.5710
办公POI为权重	0.2710	0.3691	0.4884	0.5282	0.5238	0.5324	0.5441
宾馆POI为权重	0.4792	0.4664	0.4792	0.4831	0.4847	0.4807	0.4727
餐饮POI为权重	0.5008	0.5088	0.5203	0.5119	0.5034	0.4718	0.5157
购物POI为权重	0.3551	0.3815	0.4072	0.3992	0.4252	0.4312	0.4180

# 空间关联处理

基础模型

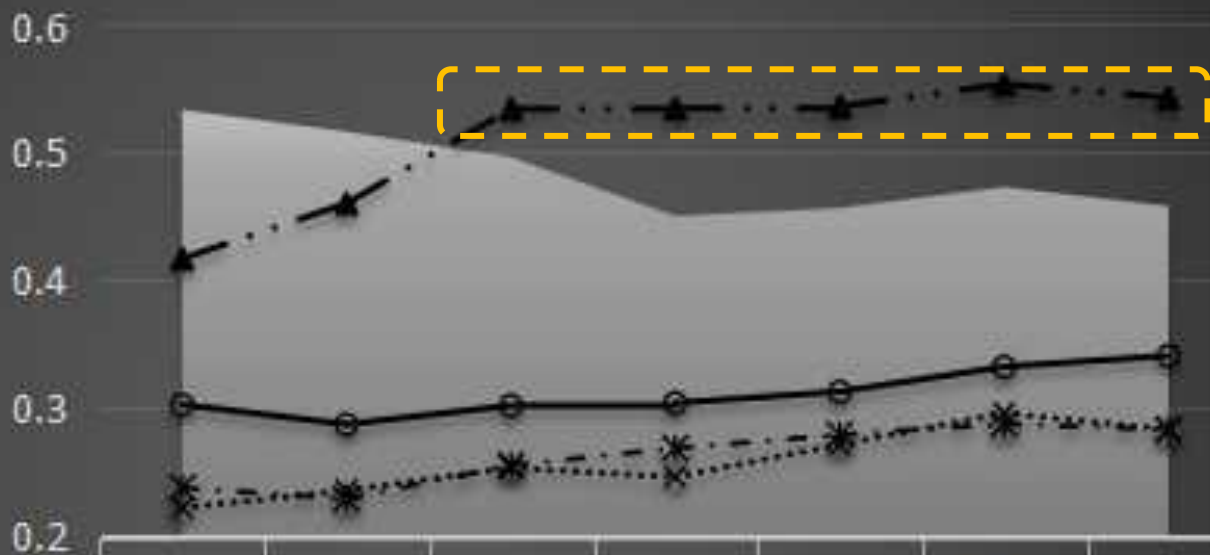
权重模型

机动车→非机动车→总自行车→0F0单车→**摩拜单车**

对自行车流量分布的细分与权重模型分析

## 办公与摩拜

摩拜共享单车截面流量在五类POI权重模型中的关联对比图



总POI为权重	0.4834	0.4663	0.4463	0.4002	0.4065	0.4230	0.4080
办公POI为权重	0.3668	0.4102	0.4841	0.4846	0.4860	0.5035	0.4929
宾馆POI为权重	0.1872	0.1787	0.2050	0.2182	0.2288	0.2373	0.2329
餐饮POI为权重	0.2524	0.2370	0.2517	0.2537	0.2626	0.2821	0.2908
购物POI为权重	0.1716	0.1851	0.2027	0.1957	0.2212	0.2457	0.2329



# 空间关联处理

---

## 生成自行车流量预测公式：总POI模型与总自行车流量为基础

在以上数据分析过程中可以发现，不同的自行车流量在不同的权重模型中关联结果虽有差异，但均体现出了较好的关联性，即可以现状道路模型为基础通过流量预测方程来预测道路上的自行车流量。

从前面的分析可知，自行车流量与4km半径的选择度关联度最高，同时自行车的运动与交通站点有很大的关系。本文虽然在数据研究阶段将自行车流量进行了细分，但可以想象未来一段时间内道路截面自行车必定是由个人自行车和ofo及摩拜还有众多其他共享单车共同组成，任何一种自行车都不可能短时间内在道路上消失。生成流量预测公式：

$$\log(\text{截面自行车流量}) = -0.0000140366 * \text{MSD} + 0.57247761 * \text{Log\_CH(R4km)} - 3.348736756$$



## 第五部分

# 研究成果与应用



# 研究目标

---

预测流量

---

疏解停放拥堵

---

找回失落的中尺度道路网络空间

---





## 疏解停放拥堵

共享单车潮汐式过度停放在地铁站点周边，目前市政的解决措施是通过人力在早高峰后将大量投放的共享单车运到其他地方进行疏散，在晚高峰之前再次把大量的共享单车运到地铁站周边供下班人员骑行。

本文分析研究了摩拜共享单车与办公建筑具有较强的关联，可以此为契机通过合理设置办公建筑空间来引导摩拜单车的停放，进而疏散地铁站周边的过度停放。城市设计时可考虑在办公楼不直接临街部分设置共享单车停放区和直通大堂电梯间的出入口。





# 找回失落的中尺度道路网络空间

路网的连续性比道路截面的宽度更能支持骑行行为。近十几年来城市道路空间结构的规划设计往往以机动车使用的高级别网络为基础，充分考虑机动车路网的连续性而忽略了自行车网络的连续性。本研究的成果表明4公里左右的选择度指标可以用于评价适宜骑行的道路网络形态，而这个规律与机动车路网的形态参数在不同的尺度范围发生作用，并不能被简单化的理解为传统自行车盛行时代城市设计经验的回归。这种以数据化空间模型的工作方式对当代路网形态结构设计具有一定的参考和应用价值。

THANKS



期待更多沟通与交流，引用数据与图表请沟通。

杨振盛 邮箱：yh91fd@126.com

手机：18810185006