

城市大数据挖掘应用实践： 从监测到评估

林文棋 博士，清华大学建筑学院 副教授

北京清华同衡规划设计研究院 总规划师、技术创新中心主任

李 栋 博士，北京清华同衡规划设计研究院 技术创新中心常务副主任

吴梦荷/蔡玉蘅/陈清凝，北京清华同衡规划设计研究院
技术创新中心 城市规划师



北京清华同衡规划设计研究院
BEIJING TSINGHUA TONGHENG URBAN PLANNING & DESIGN INSTITUTE



同衡创新
ICT THUPDI



当我们谈论城市时，我们在谈论什么

城市中发生的事件往往是瞬时的、突发的、不确定的

上海外滩踩踏事件后，多地取消了元宵灯会等各类公众活动，但城市的管理不能因噎废食，通过更精细的监测手段，事故可以得到有效预防和控制。



*图片来源于网络



当我们谈论城市时，我们在谈论什么

城市功能配置的失衡往往带来空间的结构化不足/过剩

城市功能活动的节律性带来空间使用的节律性，空间功能的划分保证了有序性，但功能过度单一则放大了空间使用的不均匀性，降低了空间资源的使用效率。通过有效的监测和管理手段，我们可以找到其中的平衡点。



*图片来源于网络



当我们谈论城市时，我们在谈论什么

这是许多人的早饭、午饭、晚餐、和宵夜

流动摊贩的背后实则生活设施配置的缺失，城市以自发的方式适应着人的需求。尊重城市演化的形态，通过智慧分析找到其中的原因并进行管理和优化，是推动城市进步的有效手段。



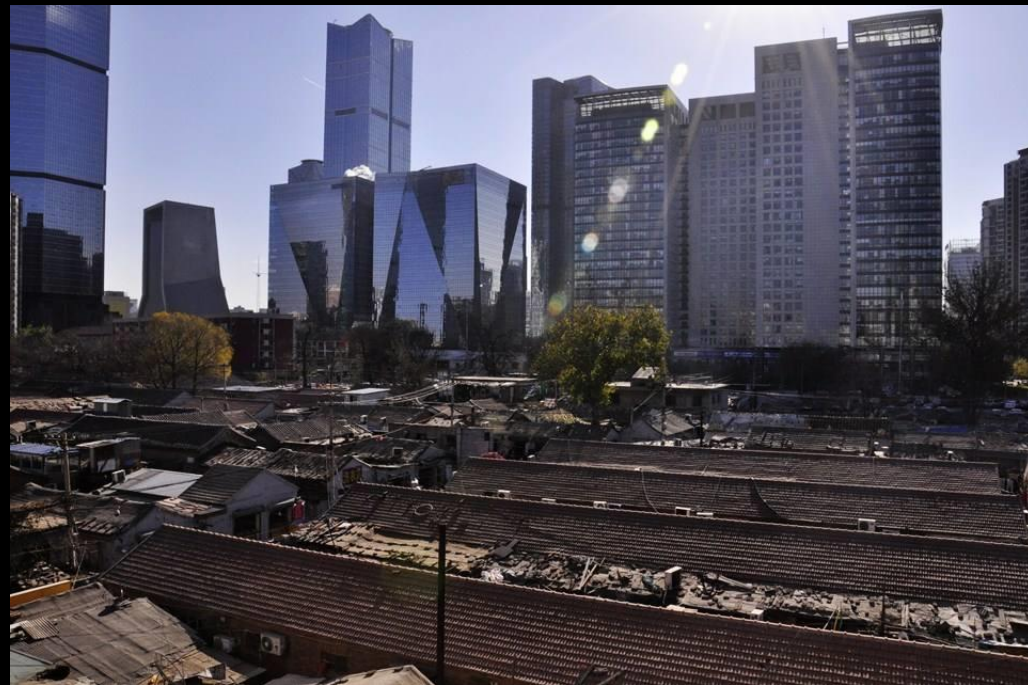
*图片来源于网络



当我们谈论城市时，我们在谈论什么

一千个人心中就有一千个属于他们的城市

城市居民的多样性决定了需求的多样性、空间的多样性，我们无法一次性满足所有居民的需求，却可以通过常态的监测和调控，找到满足各类人群需求的最佳平衡。



*图片来源于网络

既有城市发展方式已经问题重重，我们需要城市发展范式的变革



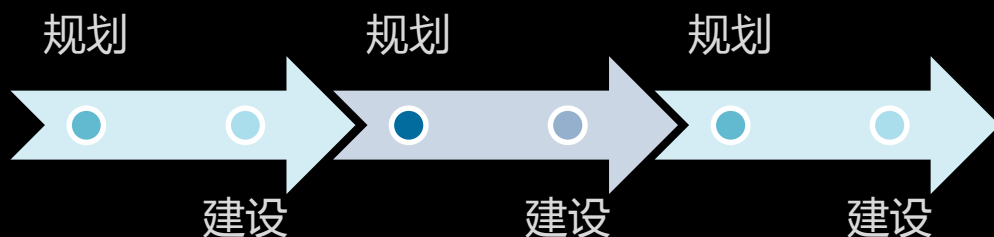
新时代、新技术、新机遇



城市管理的范式转变

长期城市精细化监测评估和管理的缺失，
使大量城市问题发酵

- 过去30年的快速增量式发展使我们“重规划建设、轻管理”；
- 现有城市问题积重难返，忽视管理闭环的城市发展方式难以为继；
- 城市发展的环境时刻变动，规划建设无法一劳永逸；



过去

以有效的监测评估管理形成城市发展的全周期闭环，塑造可“进化”的城市

- 城市需要迭代式发展，需要全生命周期的闭环式管理；
- 有效的监测和管理手段是实现迭代发展的重要环节，及时解决问题、引导发展；



未来



我们需要什么样的城市管理

城市管理工作的需要

- **全面、统筹**
人、房、地、车、经济、设施.....城市管理需要全面考虑城市中各个要素，并统筹考虑要素之间的相互作用；
- **常态、持续**
城市需要常态化管理、持续性监测，才能及时发现城市问题，准确把握城市现状；
- **实时、精细**
城市时刻处于变化之中，且变化通常以自下而上的方式发生，需要信息实时、空间和时间粒度精细；
- **轻便、高效**
城市问题瞬息万变，需要快速处理；城市问题复杂，需要轻便、简易的方法；



不匹配



不匹配



不匹配



不匹配

现有城市管理手段的特点

- **业务分散，信息打通难度大；**
城市管理的各项内容分散在各主管部门，信息共享不充分，无法统筹化管理；
- **问题导向式工作，处理应对具有滞后性；**
多采用事后应对的方式，对不构成问题的城市现状缺少监测，导致问题发生时认识不足；
- **空间粒度局限于行政单元，时间粒度依赖于官方统计调查工作；**
时间、空间粒度上受到限制，对城市管理的细节问题掌握能力不足；
- **高度依赖人工，成本高，工作效率受限；**
以人工处理为主，投入人力成本高，流程多、处理难度大，效率较低；



新时代、新技术、新机遇

大数据和智慧分析为城市管理带来新机遇

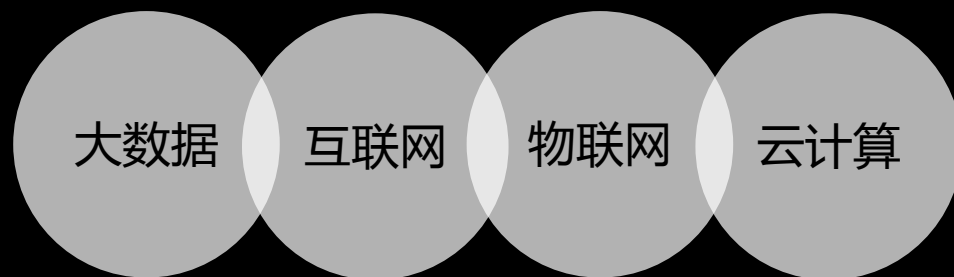
-- 技术 --

快速发展的信息技术为大数据的行业应用带来基础支持，物联网、互联网等提供了丰富的**数据资源**，人工智能、云计算等为数据的智慧分析提供**方法依托**；

-- 特点 --

动态：实时反映城市的动态特征和要素空间流动；
精细：反映城市精细时间、空间尺度上的状态和变化；
多元：可涵盖各个行业，从多个角度认识城市问题；
低成本：数据获取的人力和物力成本低，技术可持续；
智慧：算法支持实时快速分析，以及发展评估、模拟、预测、预警等功能；

人类历史上第一次可以
对城市进行实时的监测、评估、反馈



-- 应用 --

发现问题：数据感知与监测，发现城市日常运营和长期发展的问题；
解决问题：现状分析与评估，针对现状寻找原因，提供解决途径；
发展引导：决策支持，情景模拟、趋势预测，为城市发展提供解决方案和政策建议；



新时代、新技术、新机遇

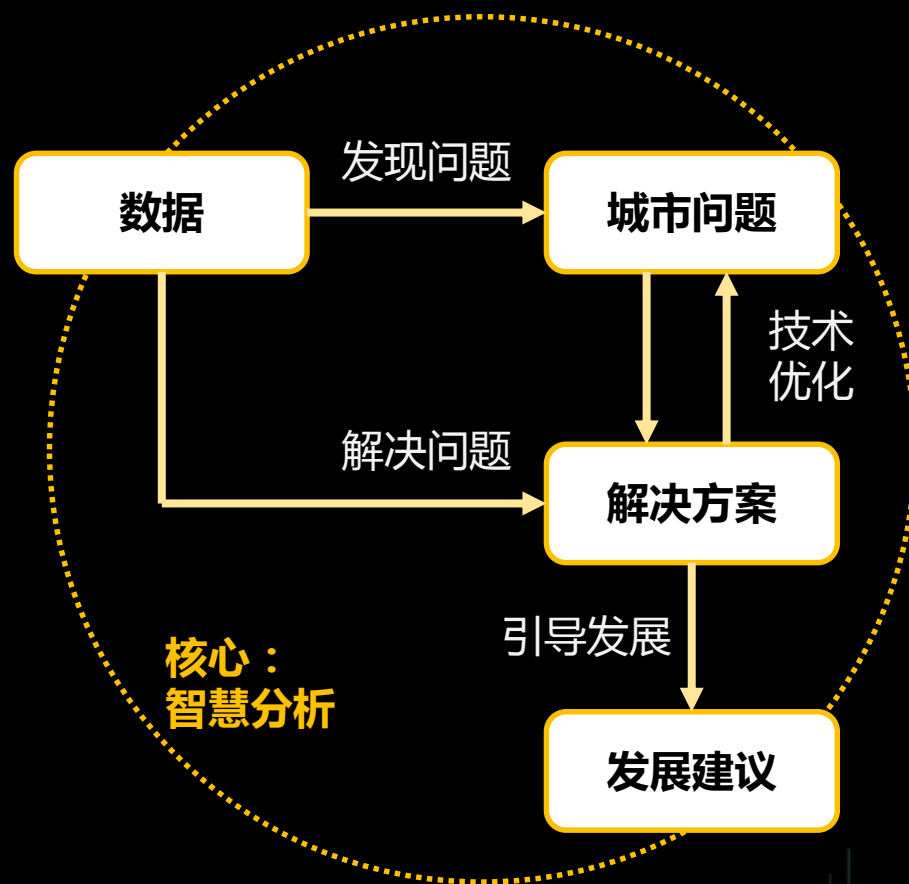
-- 智慧分析是城市监测评估的核心内容 --

基于大数据的城市管理技术方法：

数据采集→数据清洗→**智慧分析**→问题识别→解决方案→
发展引导→工具打造

智慧分析是基于大数据监测评估的城市管理的关键环节：

- ✓ 贴近业务背景
- ✓ 掌握行业知识
- ✓ 需求理解充分
- ✓ 激活数据价值
- ✓ 连接技术与应用





城市--特征--场景--诉求

通州
北京城市副中心



- **发展阶段**：增量发展阶段
- **诉求**：承接北京非首都功能疏解和人口疏解，合理把控发展方向
- **特征**：发展迅速，各要素处于快速变动且不稳定状态

——需要对城市现状进行监测和评估

手段：现状发展监测评估



全面统筹、常态持续、复杂高维、
精细、智慧、高效
助力城市管理与发展



上海

- **发展阶段**：存量发展阶段
- **诉求**：应对城市的复杂性，对存量空间的功能调整效果进行把握
- **特征**：城市总体趋于稳定，城市更新动作小、影响大

——需要对城市更新的影响进行模拟预测

手段：存量空间模拟预测



案例：通州——北京城市副中心城市运营监测与分析



背景 & 需求

□ 城市营造中的职能转型

行政副中心



城市副中心

□ 城市管理水平升级的先行示范

以人为本

高标准建设

高质量管理

□ 未来京津冀协同发展的核心

北京主中心

副中心

北三县

雄安新区

项目目标>>

- 及时把握城市的发展现状情况
- 监测城市同周边地区的发展关系
- 为区域的协同发展，城市的服务提升提供建议及依据

解决方案>>分季度的连续监测

城市各项运行指标

城市管理关注点

数据可行性

产业活动

人群活动

设施及住房

城市运行



案例：通州——北京城市副中心城市运营监测与分析



□ 产业活动

对通州区整体产业发展进行评估，聚焦现代服务业、制造业，对重点行业、重点区域产业发展进行分析。

□ 人群活动

对通州区人群整体分布及动态属性进行分析，聚焦通勤及休闲出行活动，评估职住平衡。

□ 设施与住房

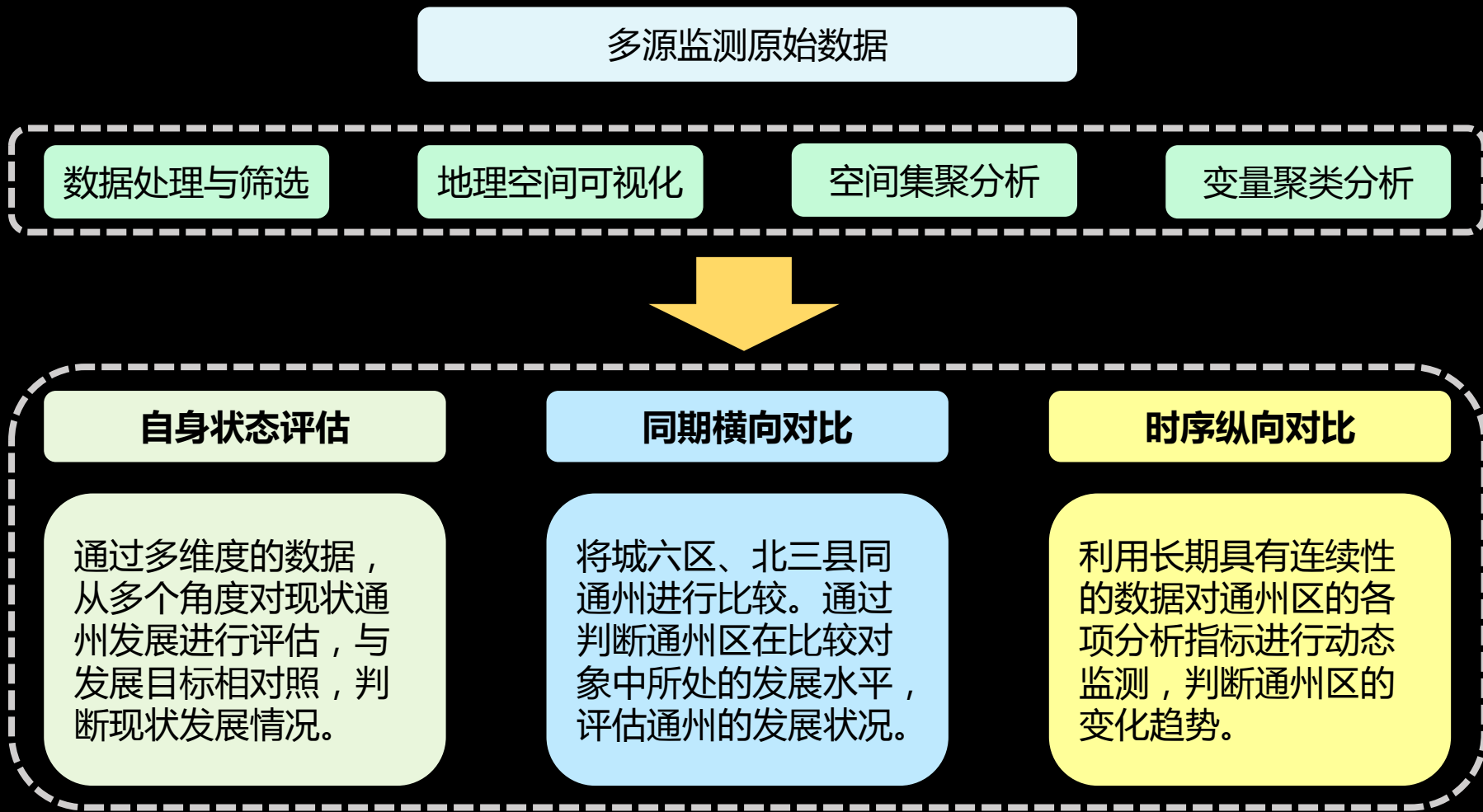
对通州设施配套现状水平进行衡量，对通州区住房整体以及分类型的住房状况进行分析，针对房价极值进行房价空间结构研究。

□ 城市运行

综合对城市中的道路交通运行、货车通行及公共交通设施使用情况进行分析评估，对城市的各项环境能源相关指标进行监测。



案例：通州——北京城市副中心城市运营监测与分析





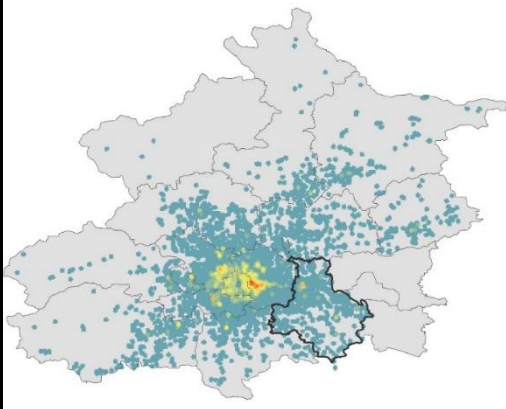
案例：通州——北京城市副中心城市运营监测与分析



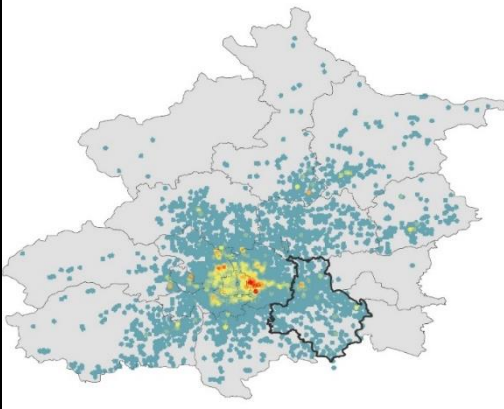
➤ 产业活动

对通州区整体产业发展进行评估，聚焦现代服务业、文创产业、制造业，对重点行业、重点区域产业发展进行分析。

2010 文化产业企业集聚



2015 文化产业企业集聚



➤ 人群活动

通过手机信令数据，对通州区人群整体分布及动态属性进行分析，聚焦通勤及休闲出行活动，评估职住平衡。



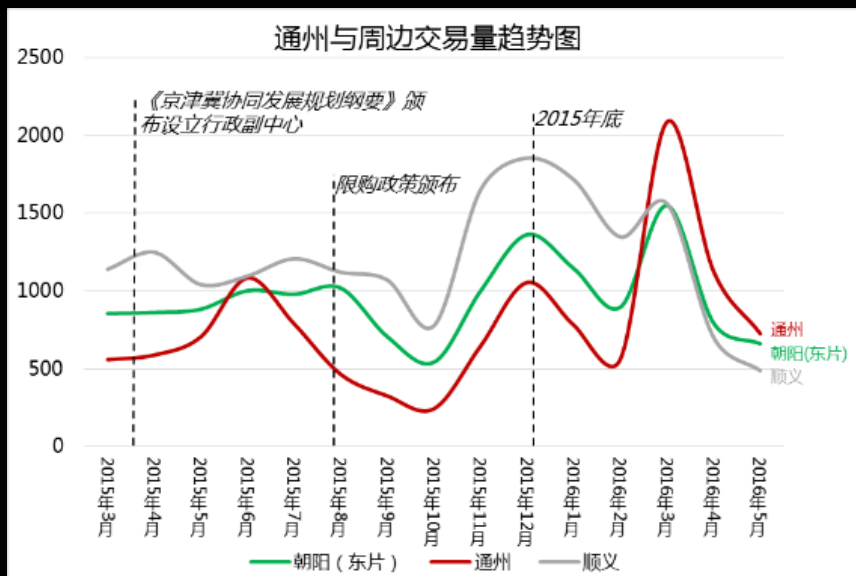


案例：通州——北京城市副中心城市运营监测与分析



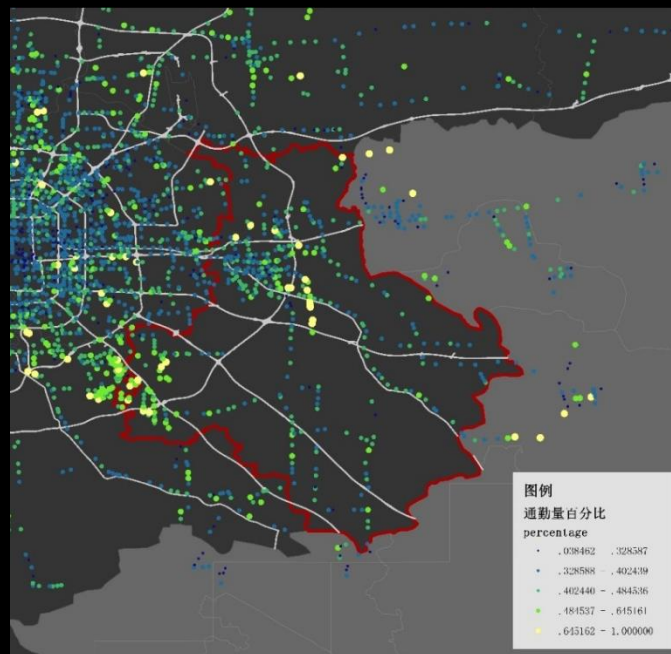
设施与住房活动

对通州设施配套现状水平进行衡量，对通州区住房整体以及分类型的住房状况进行分析，针对房价极值进行房价空间结构研究。



城市运行

综合对城市中的道路交通运行、货车通行及公共交通设施使用情况进行分析评估，对城市的各项环境能源相关指标进行监测。



通州地面公交站点客流高峰系数



案例：上海——基于上海城市体征诊断模型的辅助决策研究



背景 & 需求

□ 城市发展新目标：转型升级及智慧运营

认识规律

提升质量

精细管理

智慧运营

□ 上海“十三五”：机遇与挑战

转型升级

城市管理

精细服务

精准调控

□ 精细化城市管理难点：城市的复杂性

系统协调

单元更小

因素更多

问题复杂



经济



产业



环境



人口



用地



设施



交通

...

解决方案>> 以城市体征诊断解构城市复杂性，
综合评估城市运行状态，
解析模拟城市发展变化

研究

体征指标构建与分析

研究

空间多维标签构建

应用

基于多维标签变化的用地基础评估

应用

基于机器学习的体征变化模拟



复杂网络



网络的网络



多方竞合



持续演变

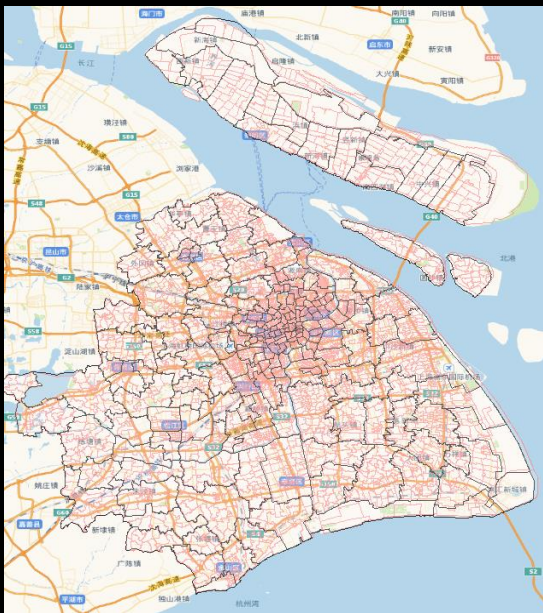


案例：上海——基于上海城市体征诊断模型的辅助决策研究



人地兼顾，动静结合，多角度、全面反映城市体征

➤ 空间单元5000+



➤ 7大类数据源，基础指标80+

规划国土类基础指标

人口普查类基础指标

经济普查类基础指标

手机信令类基础指标

出租车GPS基础指标

轨道刷卡类基础指标

房屋价格类基础指标



城市复杂特征抽取

□ 从抽象到具象

□ 从复杂到直观

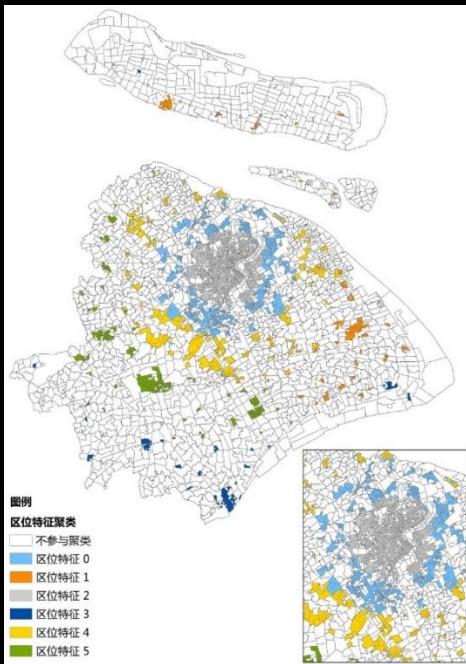
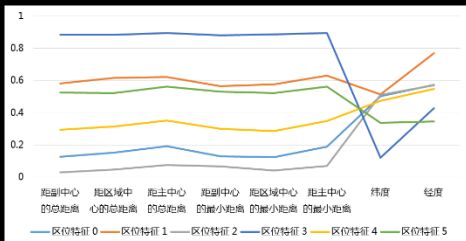


案例：上海——基于上海城市体征诊断模型的辅助决策研究

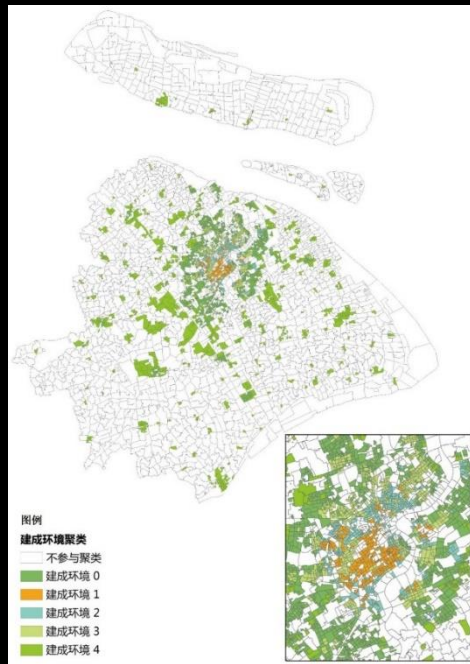
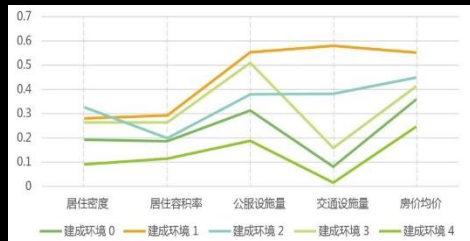


➤ **多维标签：**根据地块的单一指标的特征构成，提取多维特征标签

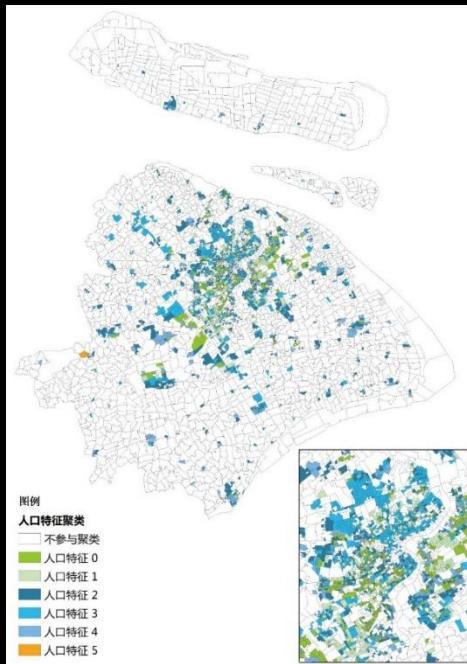
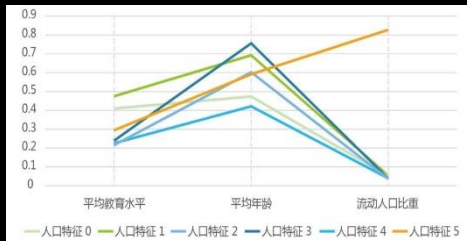
□ 区位特征



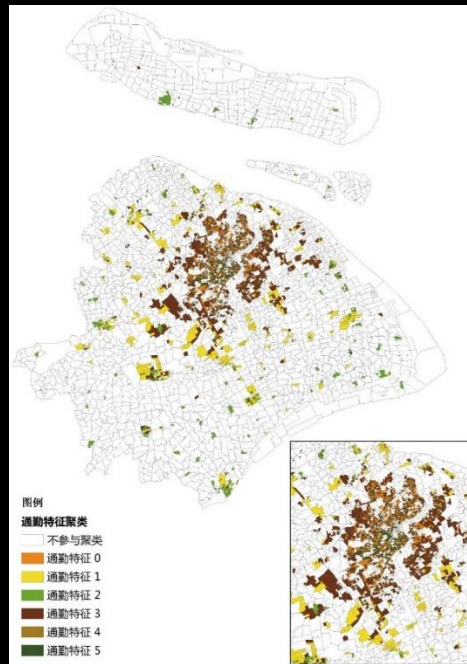
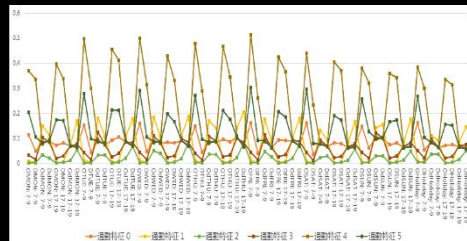
□ 建成环境



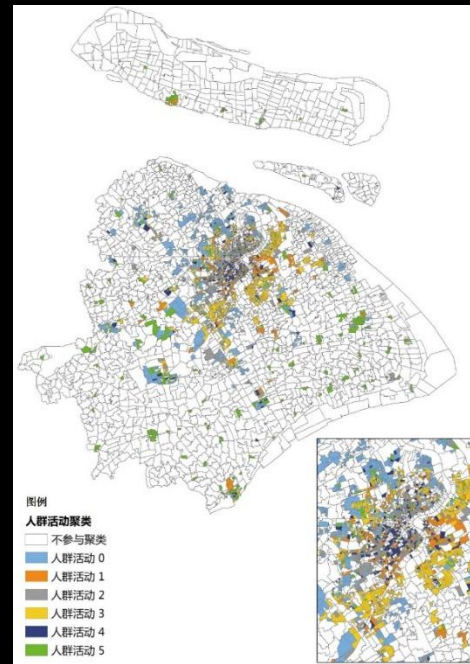
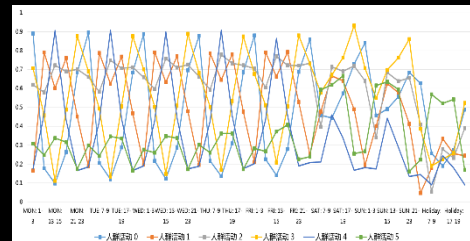
□ 人口特征



□ 通勤特征



□ 人群活动特征





案例：上海——基于上海城市体征诊断模型的辅助决策研究

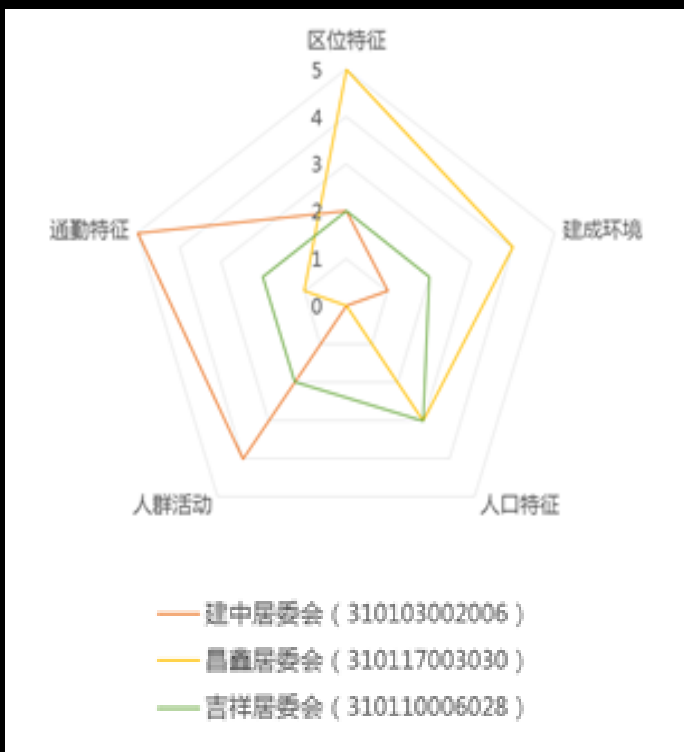


► **模拟预测**：基于多维标签的城市发展预测模拟，量化评估政策对空间单元特征的影响

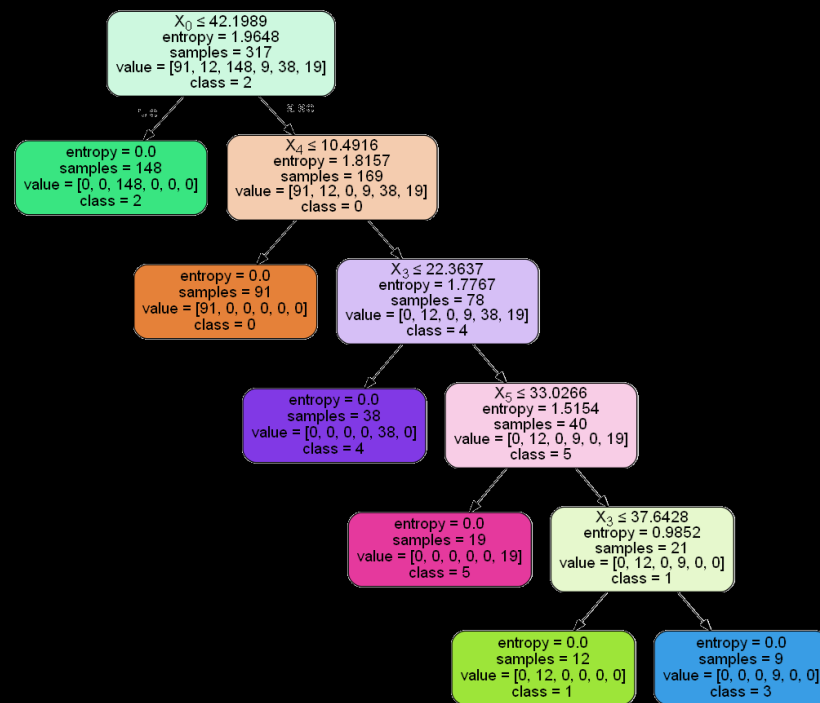
□ 单一场景1：在地块周围10公里范围内新设置一个区域中心

预测结果：

- 建中居委会：区位聚类无变化
- 吉祥居委会：区位聚类无变化
- 昌鑫居委会：区位聚类改变为第0类



典型居住单元多维标签



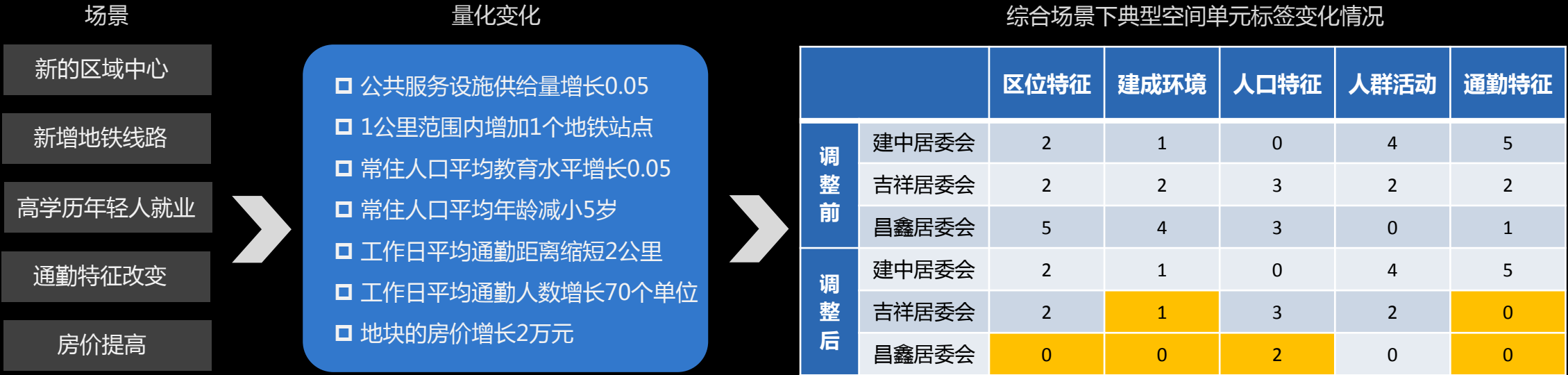


案例：上海——基于上海城市体征诊断模型的辅助决策研究



► **模拟预测：**基于多维标签的城市发展预测模拟，量化评估政策对空间单元特征的影响

□ **综合场景：**新增区域中心，基础设施改善，人口结构优化，房价提高



对城市偏远且不成熟地区进行环境干预，其影响效果最为明显，变化投入的产出效率最高，并可能随着地块建成条件成熟度的提高出现边际效应递减



城市--特征--场景--诉求

通州
北京城市副中心



- 首都人口和功能疏解效用的应对：
精确找出现状城市产业、人口等特征，为疏解工作与人口导流提供支撑；
- 对城市新区快速发展方向把控的应对：
合理探究城市要素分布情况，优势及短板，为发展方向提供指导；



空间挖掘

精细尺度，将空间关系本身纳入思考



时间挖掘

动静态、多时序，将城市的时间动态变化作为特征之一



多源融合

多主题，多问题
城市的多元要素协同考虑



上海

- 城市复杂性的应对：多维标签
从高维特征提炼城市突出的“体征”特点，为管理工作提供精准定位；
- 城市存量空间演化的应对：体征变化模拟
模拟空间特征量化演变的影响，为城市存量空间管理决策提供参考；



时间累积历史，时间塑造未来



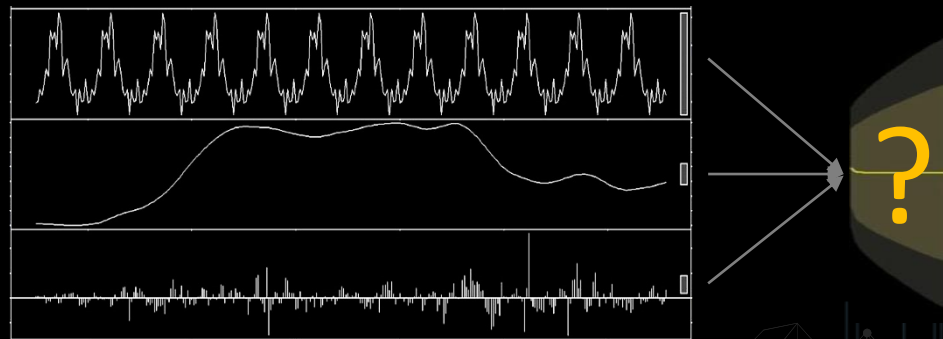
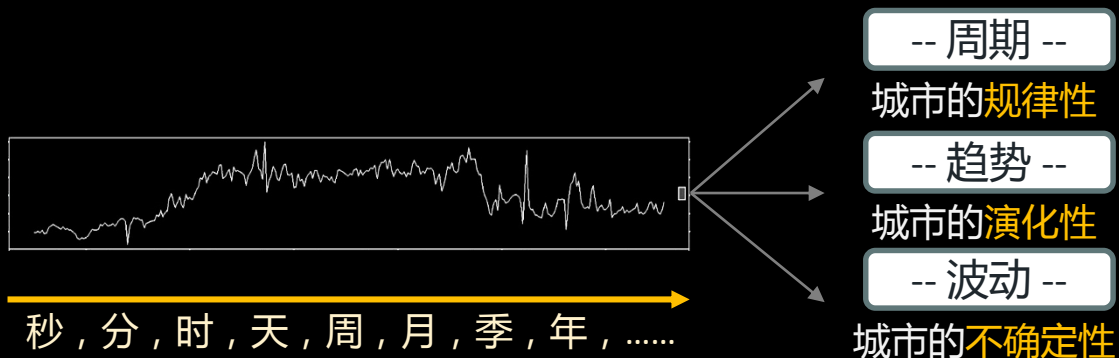
时间挖掘

-- 高度动态是当下城市的特征，也是未来城市问题关注的重点。

城市空间特征的时序变化包含多个时间尺度的表征：

- 短时间的周期性体现城市的规律性；
- 长时间的趋势体现城市演化与发展；
- 波动体现城市的不确定性和特异性；

- ✓ 时间是不不断延展的，趋势在更大的时间尺度上，也可表现为周期性特征；
- ✓ 对城市规律的理解需要综合考虑三个时间尺度上的规律和特点。





思考与展望

- 基于大数据的监测评估对城市的管理和优化起到了积极作用；
- 智慧分析是相关工作的核心，该项技术应用范围广、适用场景多；
- 现有的成熟应用仍然有限，更多技术和实践有待探索；
- 随着行业应用的深入，相关需求将持续增长，并在解决城市复杂问题方面发挥显著作用；
- 大数据在规划行业的应用需要多行业合作：

数据采集→数据清洗→智慧分析→问题识别→解决方案→发展引导→工具打造

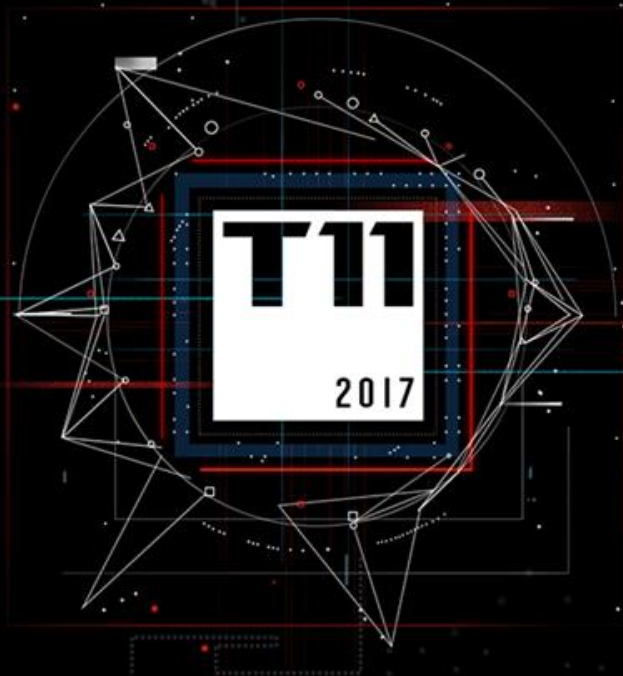
↑
数据运营商

↑
行业专家+
数据分析师

↑
行业专家+
软件工程师

-- 成效积极，需求增长，加强探索，多方合作 --





THANKS

技术创新中心 · 清华同衡