



# 空间大数据驱动的城市动态分析

## Spatial big data driven urban dynamic analytics

**涂伟 TU Wei**

**Email: [tuwei@szu.edu.cn](mailto:tuwei@szu.edu.cn)**

深圳大学空间信息智能感知与服务深圳市重点实验室

Shenzhen Key Laboratory of Spatial Information Smart Sensing and Services

深圳大学建筑与城市规划学院城市空间信息工程系

Department of Urban Informatics, School of Architecture and Urban Planning,  
Shenzhen University, R.R, China



## 空间大数据 Spatial big data

1

# 城市空间与人类活动相互影响

人口



资源

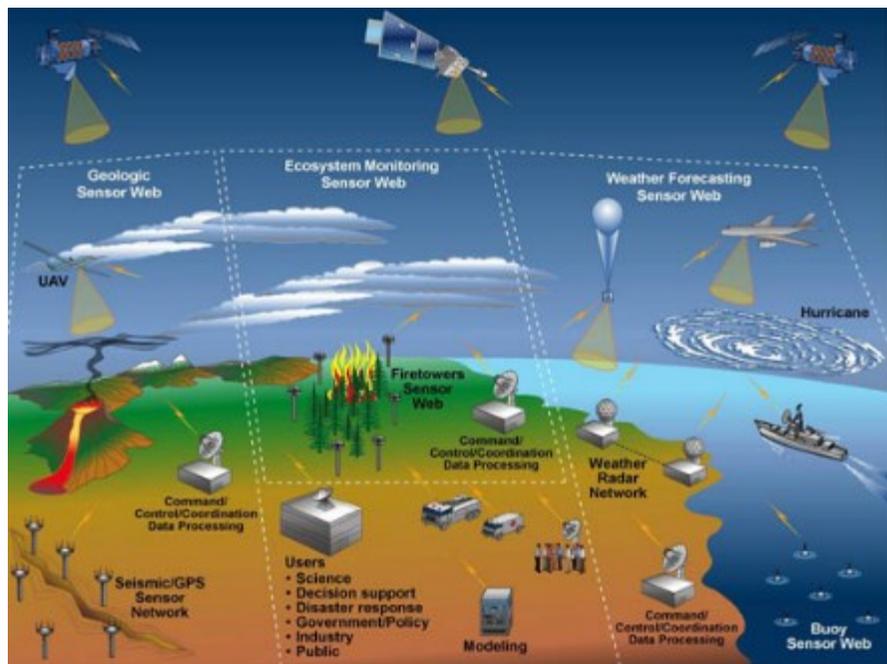
交通



社会

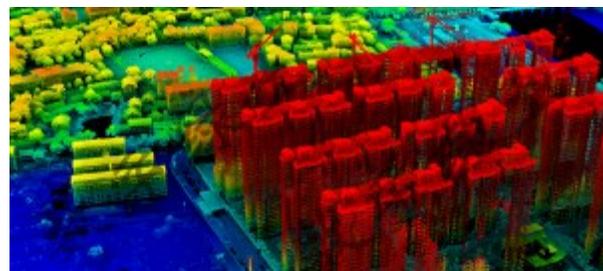
人类活动与资源、环境和经济发展等问题相互关联，紧密耦合

# 空间大数据支撑城市空间分析



对地观测网络

“聚焦在空间”



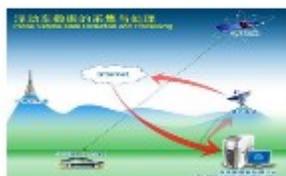
夜光影像



# 时空数据为城市动态分析带来了新机遇

与人相关的时空数据（如：手机定位数据、社交媒体数据、点评数据等）能够直接捕捉人类活动。

## 时空数据获取技术



GPS数据



手机数据



移动社交网络数据

...



← 时空大数据 →



选中	标识码	发信目标	数据名称	标识码	时间	分辨率	位置	高度
<input type="checkbox"/>	WPT1-010017	WPT1-010017	2009-05-05_0	0.000000000	0	0.0	0.0	0.0
<input type="checkbox"/>	LED-ALP0A15	ALP0A15402	20081021	1	0	0	26.14	0
<input type="checkbox"/>	LED-ALP0A15	ALP0A15407	20090102	1	0	0	24.12	0
<input type="checkbox"/>	LED-ALP0A15	ALP0A15140	20090107	1	0	0	26.73	0
<input type="checkbox"/>	LED-ALP0W14	ALP0W14052	20081114	1	0	0	29.54	0
<input type="checkbox"/>	LED-ALP0W14	ALP0W14021	20081105	2	4201079459	0	33.2	0
<input type="checkbox"/>	LED-ALP0W14	ALP0W14021	20081105	2	4201090900	0	32.97	0
<input type="checkbox"/>	LED-ALP0W09	ALP0W09079	20071022	2	447043929	0	42.23	0
<input type="checkbox"/>	LED-ALP0W15	ALP0W15119	20090302	2	422006057604	0	28.02	0
<input type="checkbox"/>	LED-ALP0W15	ALP0W15119	20090302	2	4216367445	0	29.46	0
<input type="checkbox"/>	LED-ALP0W14	ALP0W14067	20081115	2	435027143	0	32.7	0
<input type="checkbox"/>	WPT1-010017	WPT1-010017	2009-05-05_0	0.000000000	0	0.0	0.0	0.0
<input type="checkbox"/>	WPT1-010017	WPT1-010017	2009-05-05_0	0.000000000	0	0.0	0.0	0.0
<input type="checkbox"/>	WPT1-010017	WPT1-010017	2009-05-05_0	0.000000000	0	0.0	0.0	0.0
<input type="checkbox"/>	WPT1-010017	WPT1-010017	2009-05-05_0	0.000000000	0	0.0	0.0	0.0

属性

Who, Where, What?

“从空间走到人”



# 2

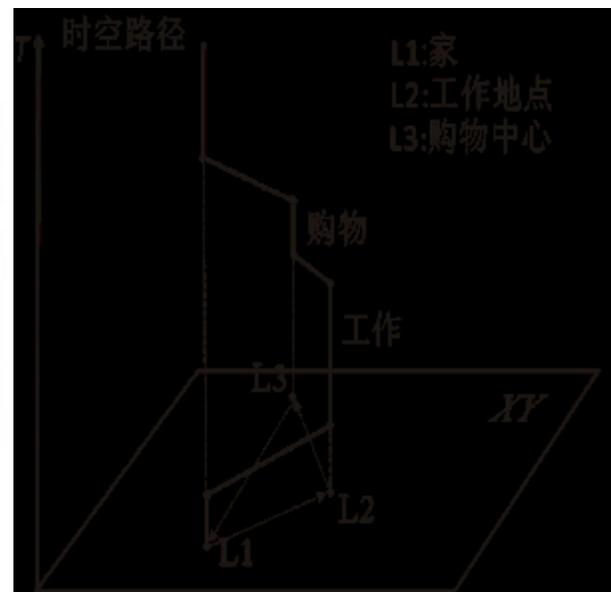
## 人类活动动态 Human activity dynamic

# 人类活动收集



**问卷调查**

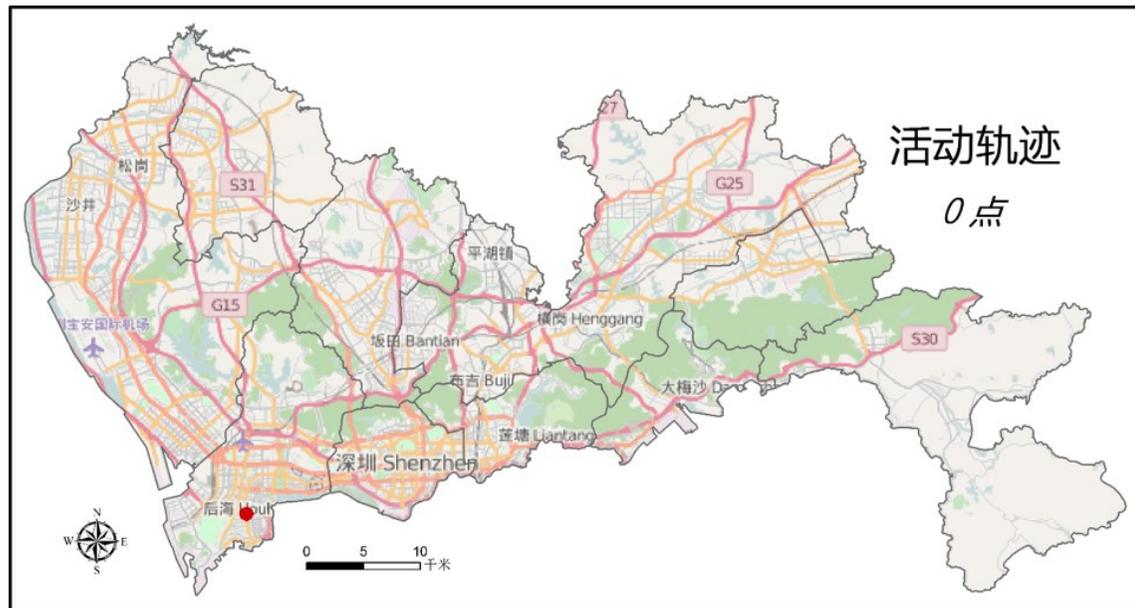
**渗透率低（1%-5%），费时费力**



**GPS调查**

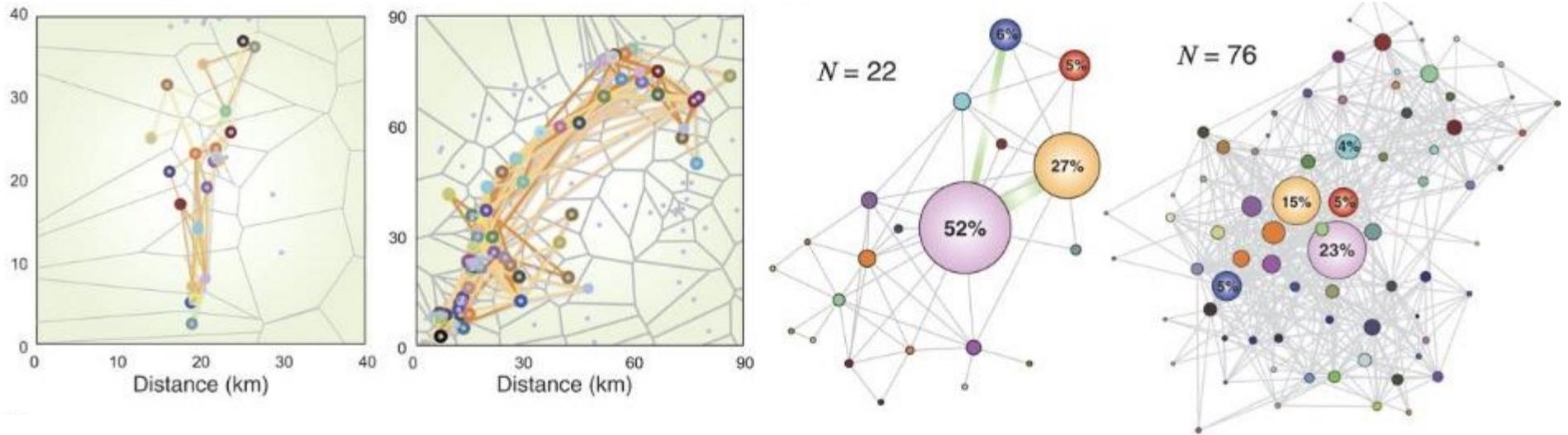
**精准，但是找志愿者很难**

# “我的一天”



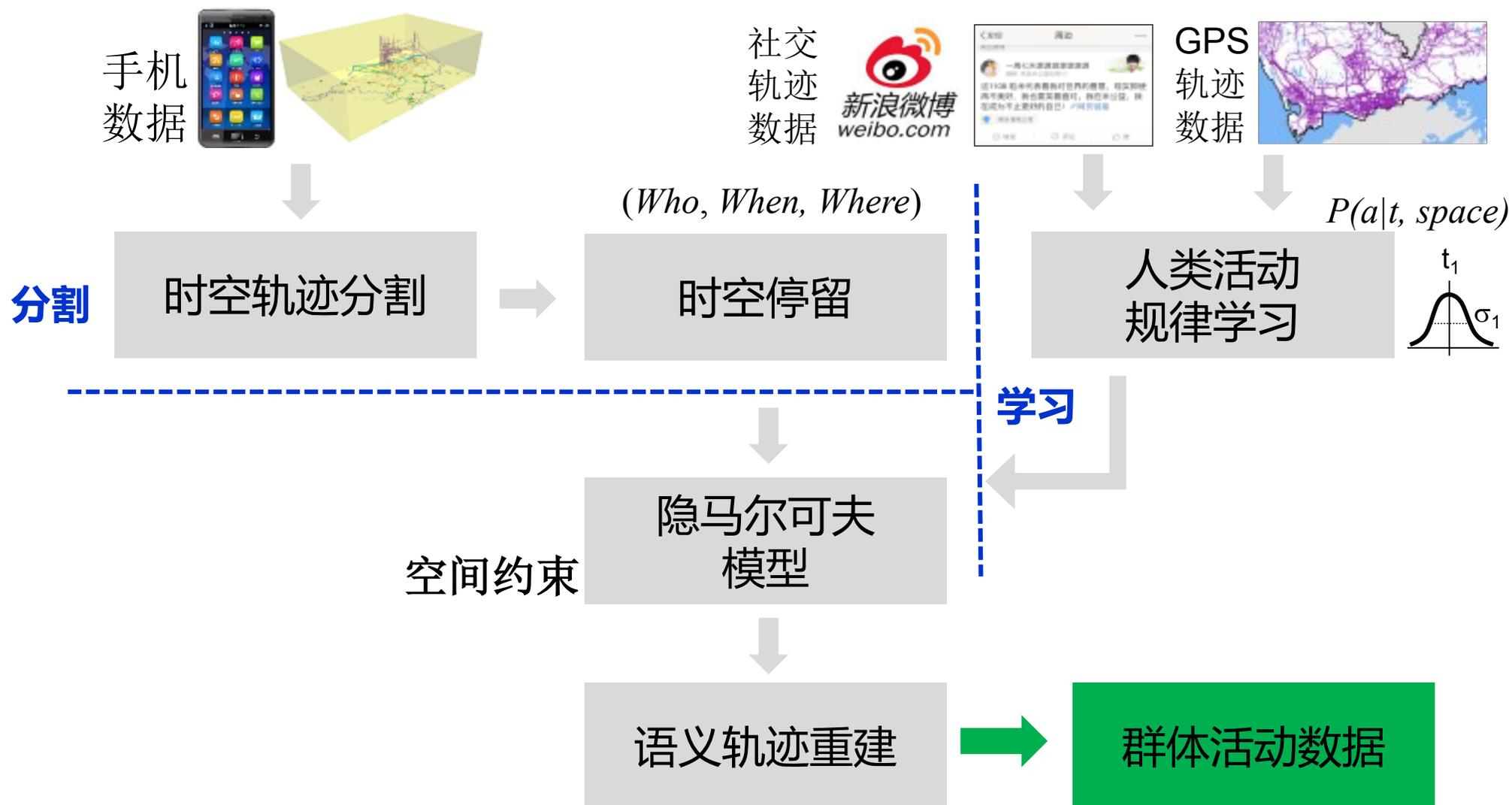
# 人类移动具有规律性

从时空数据中恢复群体活动是否可行？

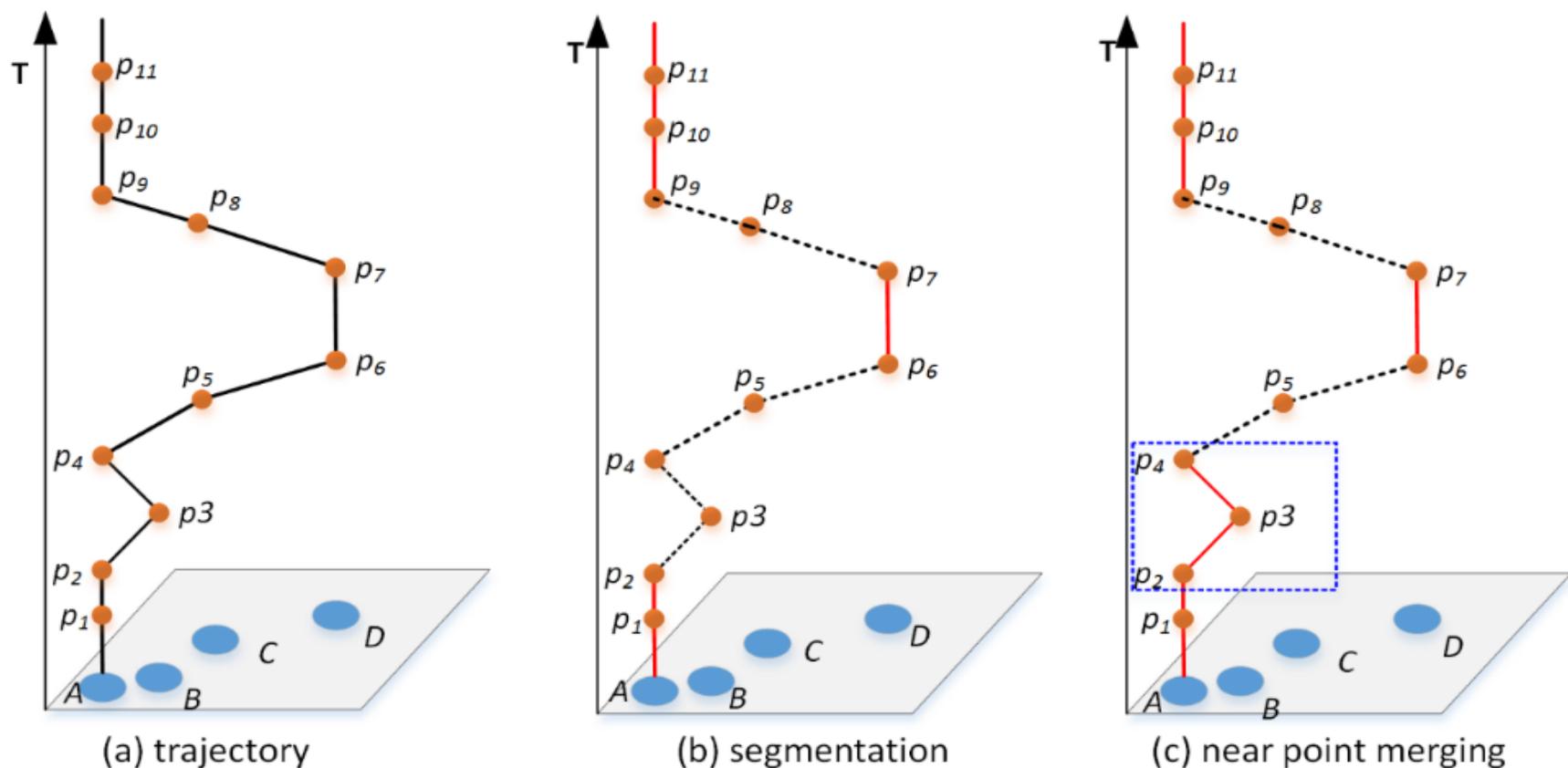


**手机数据实证：** 个体到访的地点是有限的，高频到访地点非常显著(song et al., 2008)。

# 人类活动的时空语义标记

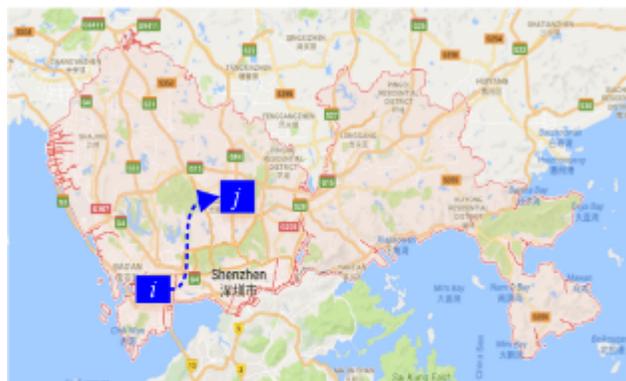
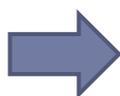


# 时空轨迹分割

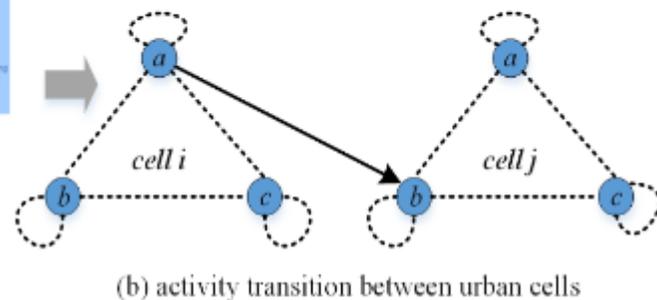
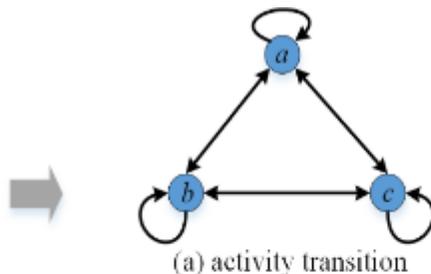


- **91.9%** 手机用户成功标记家
- **64.8%** 手机用户成功标记工作地
- **75.7%** 潜在活动已经成功标记

# 基于新浪微博签到数据的社会活动知识学习



● activity



活动分布概率:

$$p(a|i) = \frac{N_a^i}{\sum_{a \in A} N_a^i}$$

$a, b$ : 活动

活动转移概率:

$$p(ab|ij) = \frac{N_{ab}^{ij}}{\sum_{a \in A, b \in A} N_{ab}^{ij}}$$

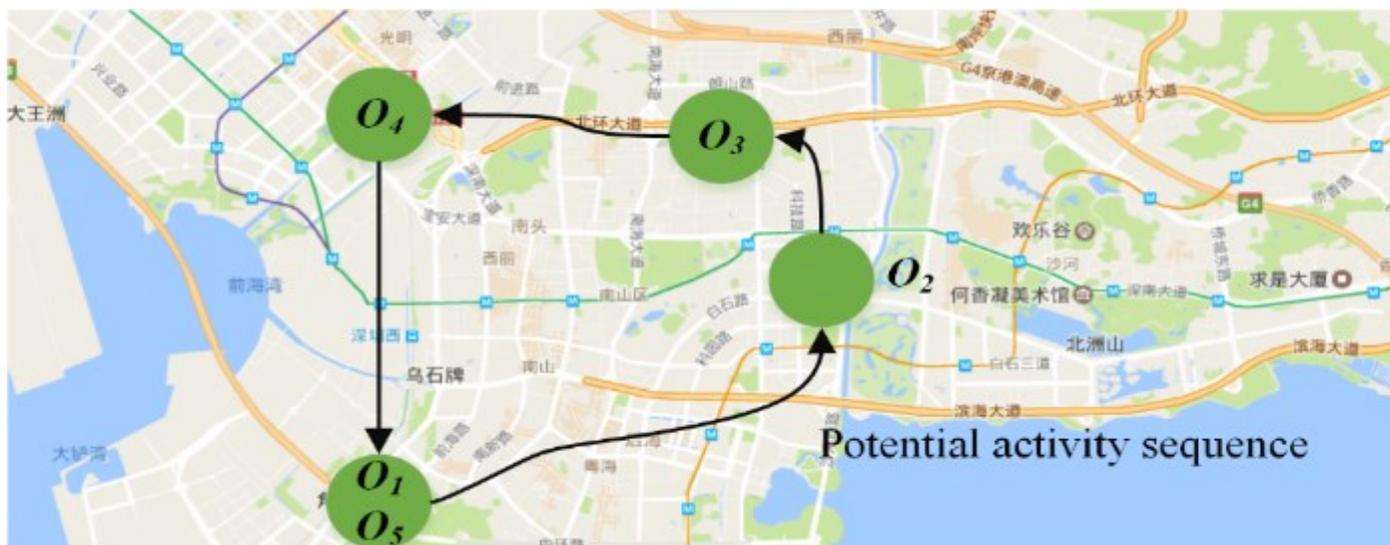
$i, j$ : 地点

时变活动转移概率:

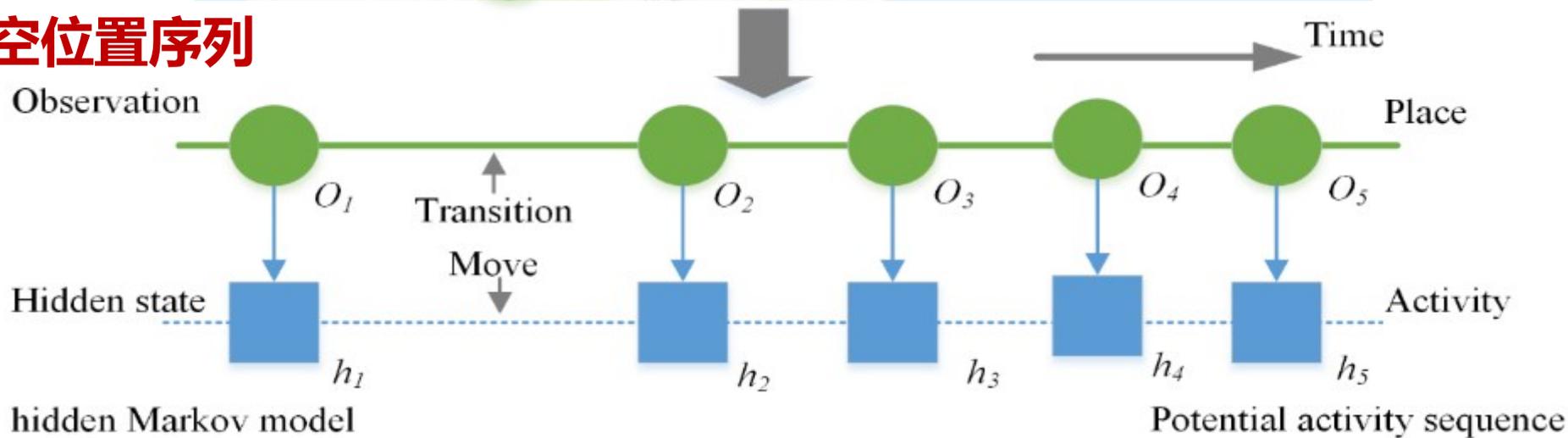
$$p(ab|ijpq) = \frac{N_{ab}^{ijpq}}{\sum_{a \in A, b \in A} N_{ab}^{ijpq}}$$

$p, q$ : 时间

# 基于隐含马尔可夫模型的社会化活动标记



## 时空位置序列

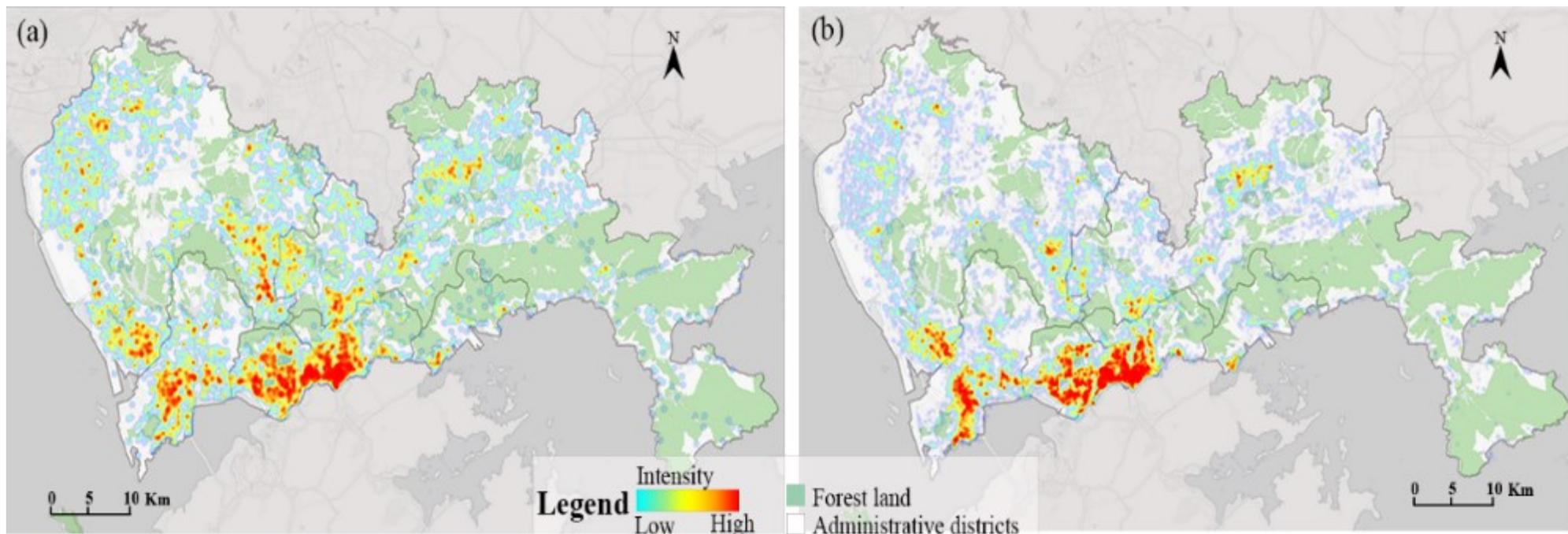


## 个体活动序列

# 大规模手机数据实验验证

**手机定位数据**：920 万用户（深圳全市人口约1800万，2012）

**社交媒体数据**：52万用户，2013年全年的数据



手机数据分布

社交媒体数据分布

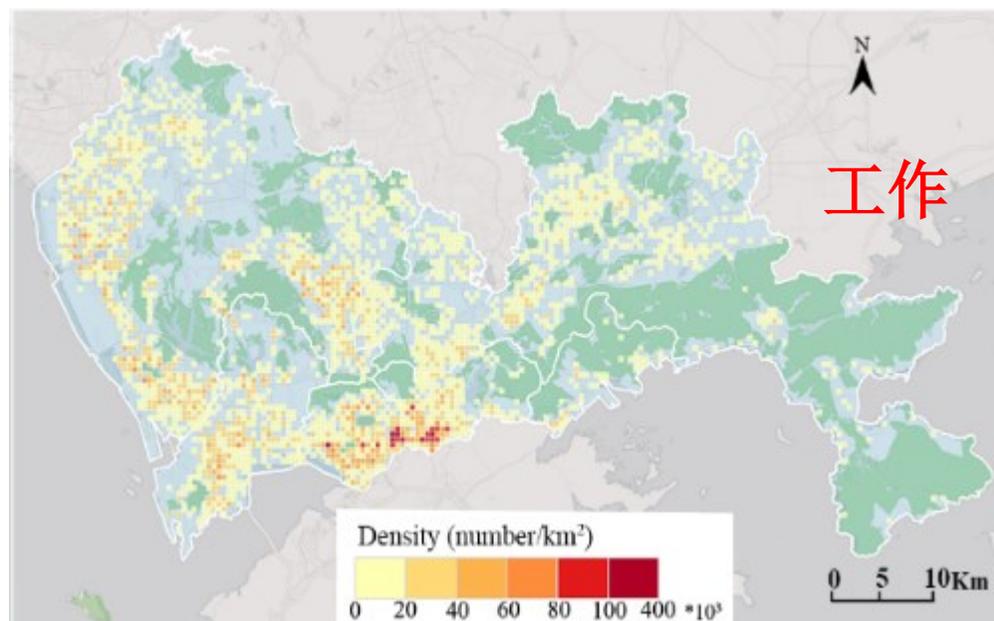
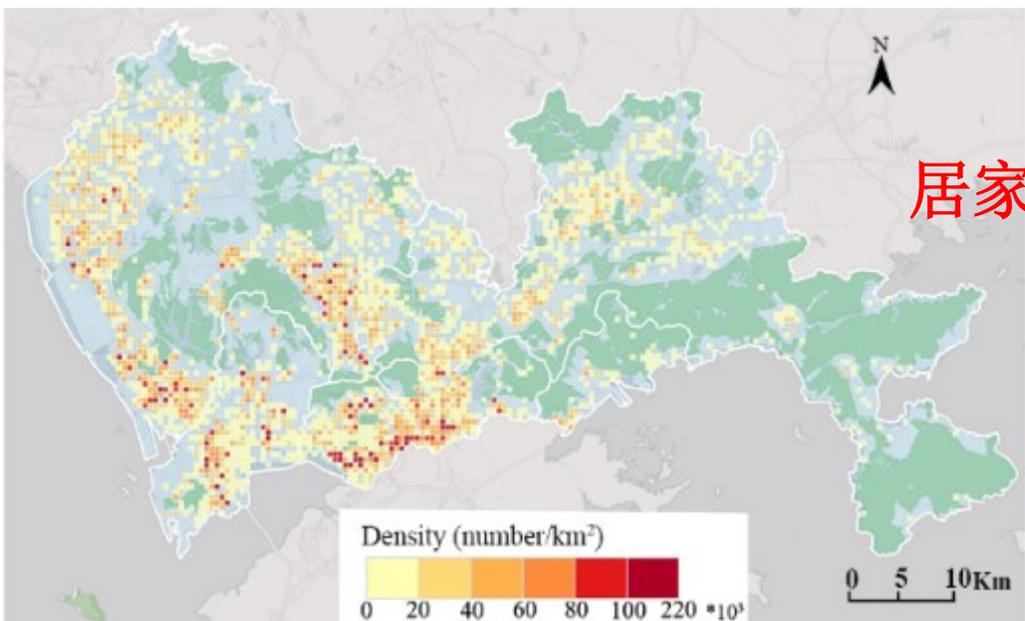
# 群体活动总体情况

920万用户 总共活动 31669042 个，人均 **3.43** 个/天

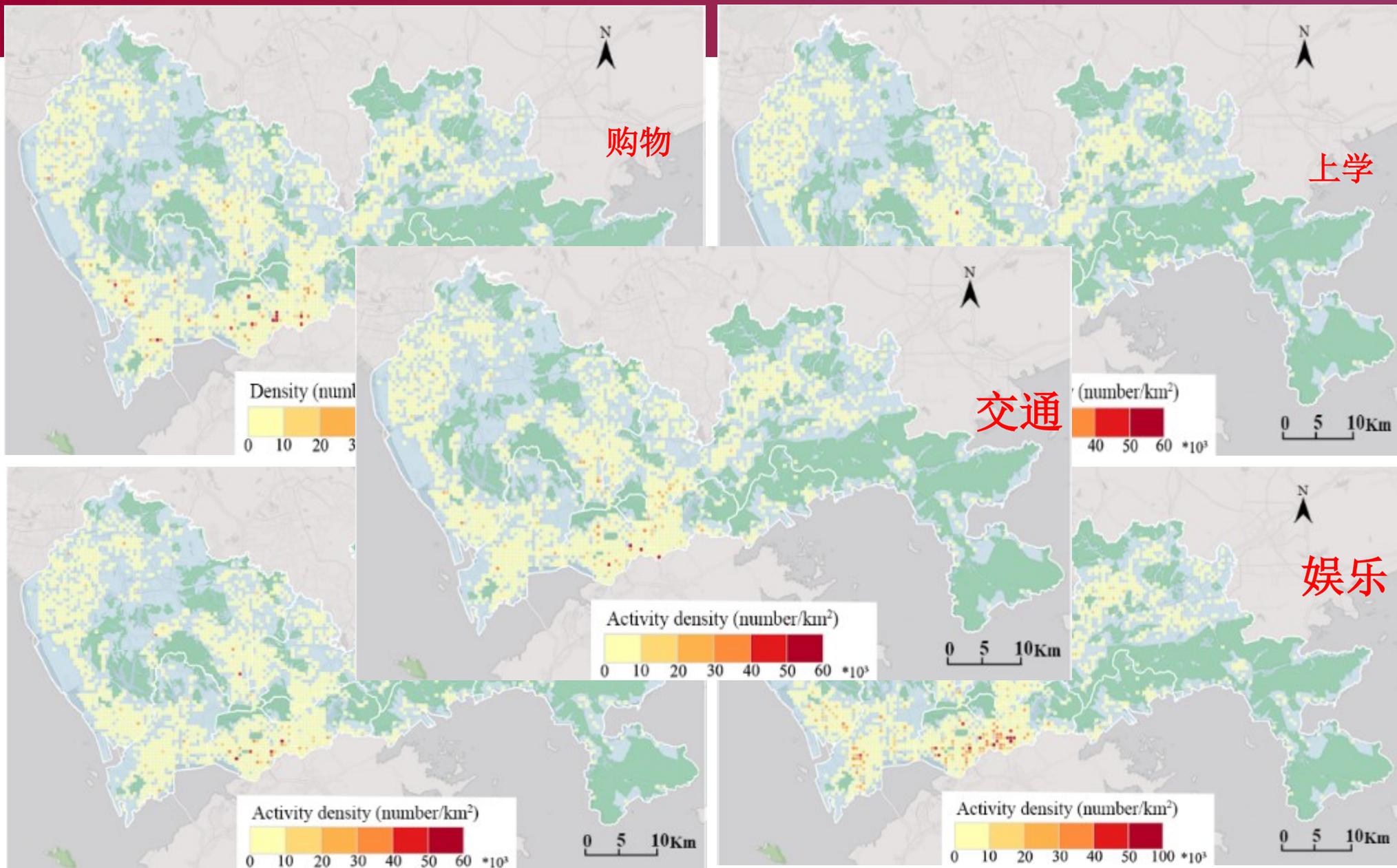
活动	居家	工作	社会化活动				
			交通	上学	购物	休闲	娱乐
数量	14 470 460	10 459 657	1 228 703	872 231	1 428 106	801 288	2 408 597
比例	45.7%	33.0%	3.9%	2.8%	4.5%	2.5%	7.6%
深圳市2010 交通调查中的 活动比例	42.85%	34.32%	2.96%	4.79%	4.13%	2.52%	-

\* TAZ尺度上，居家活动和常住人口的相关系数为**0.92**

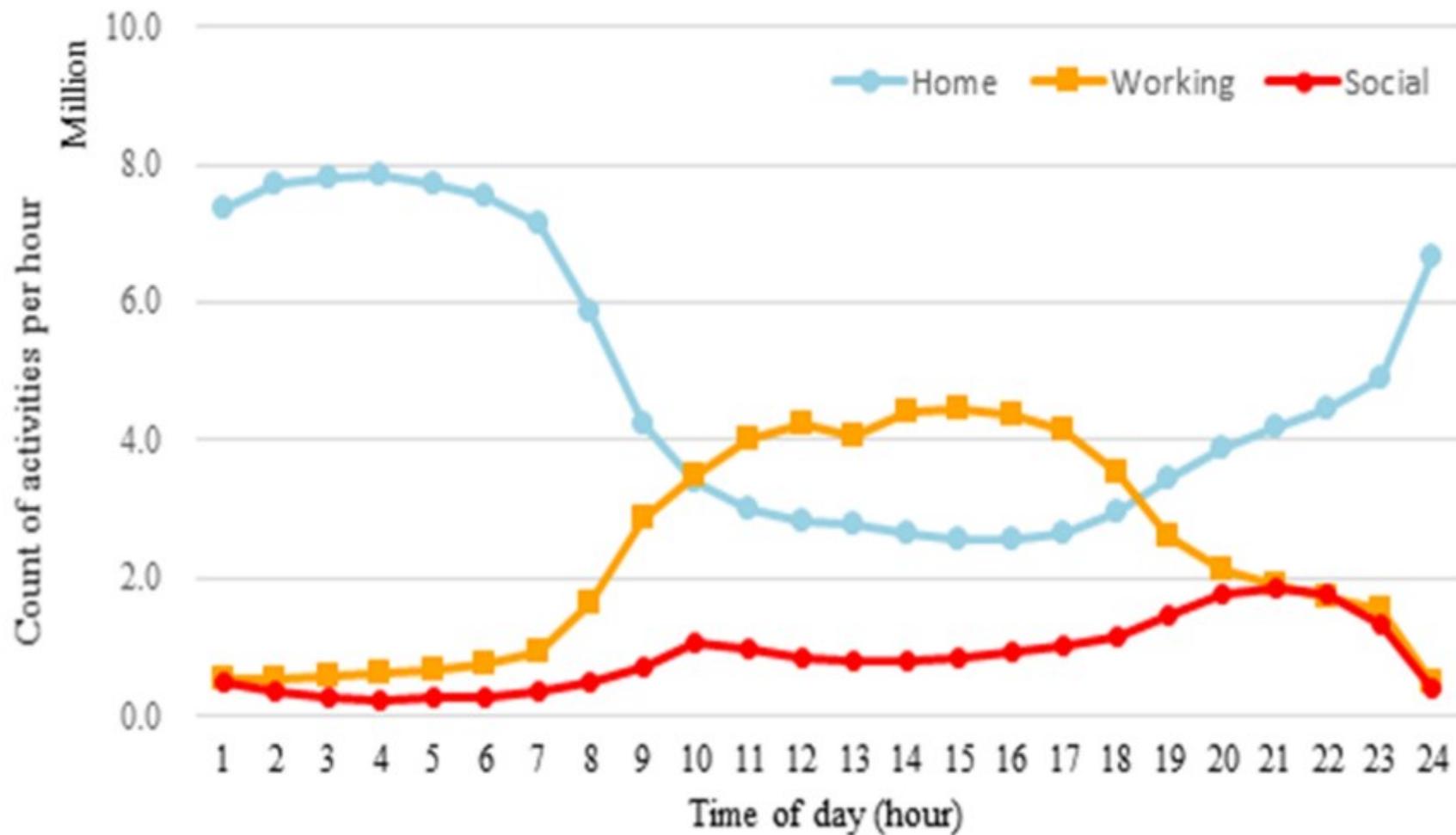
# 居家活动 VS 工作活动



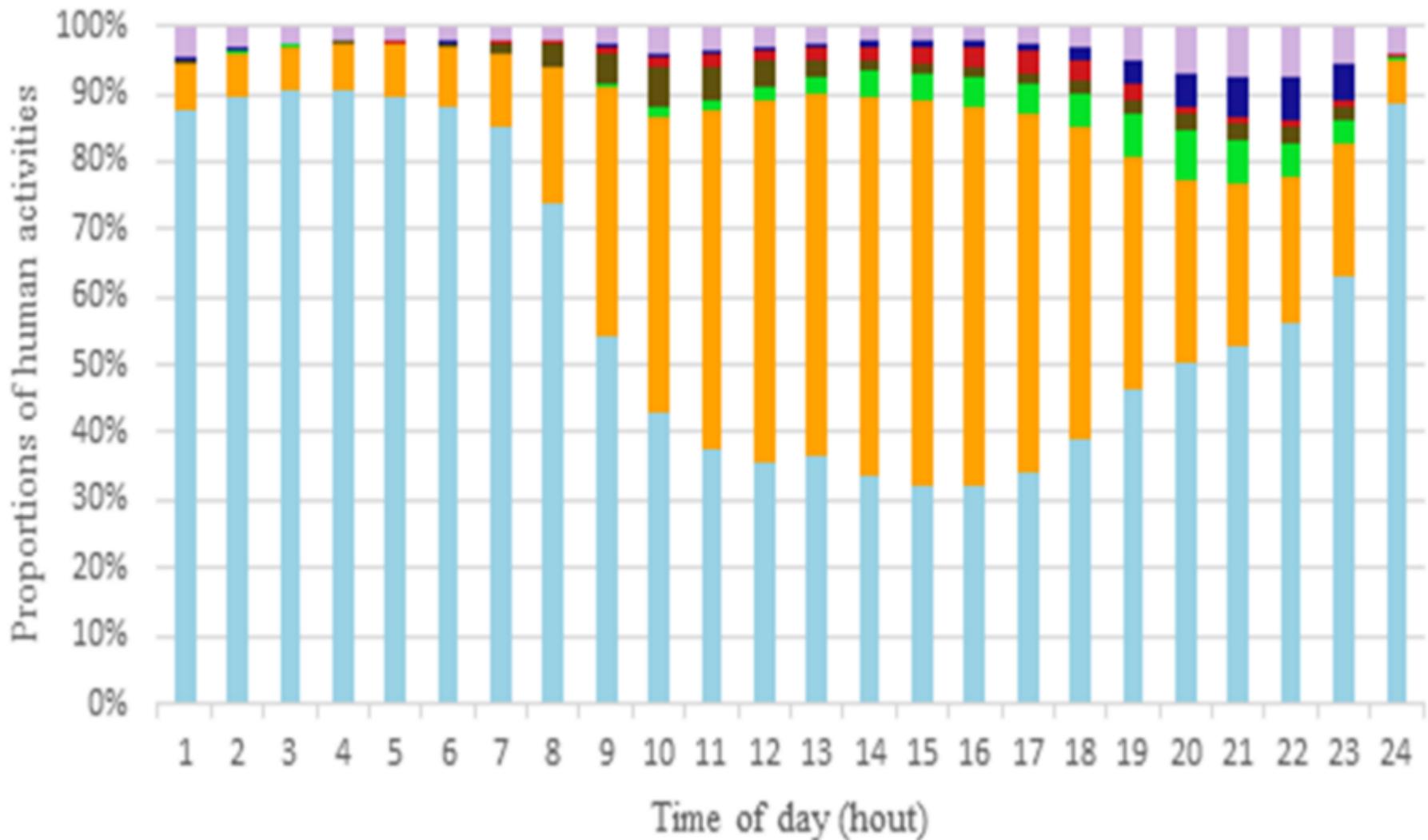
# 社会化活动



# 时间维度：群体活动时变动态



# 时间维度：群体活动时变动态



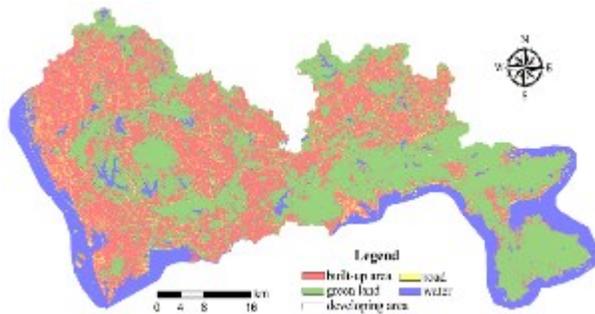
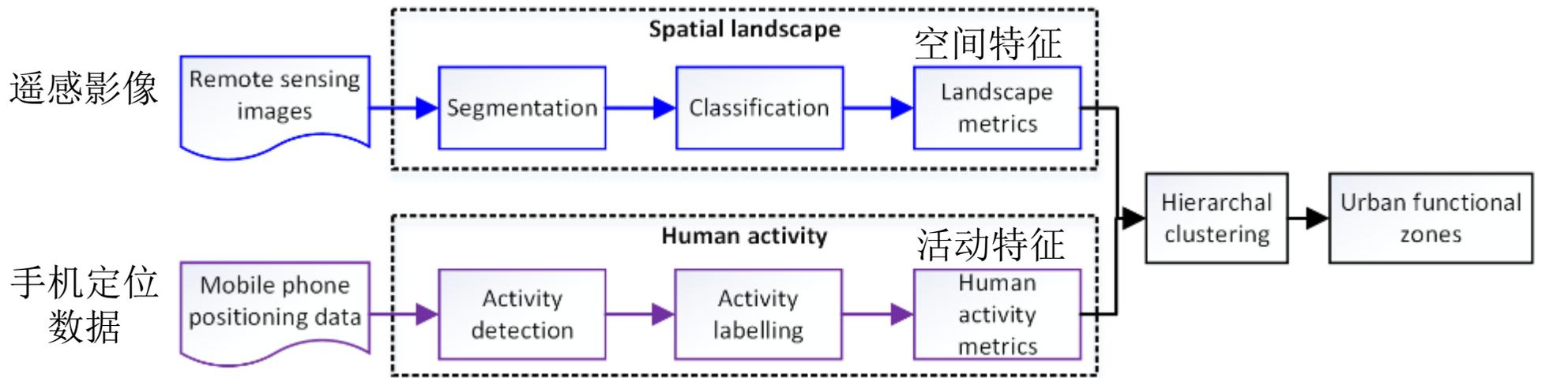


# 3

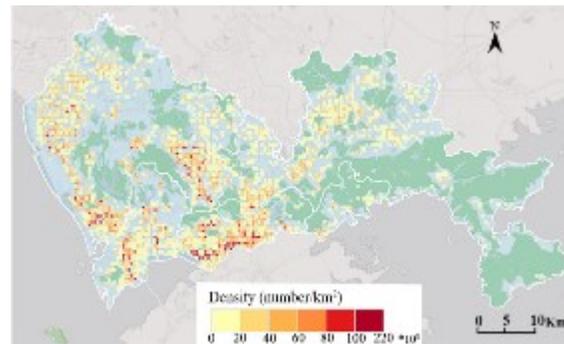
## 城市功能动态 Urban functional dynamic

# 城市功能的空间动态

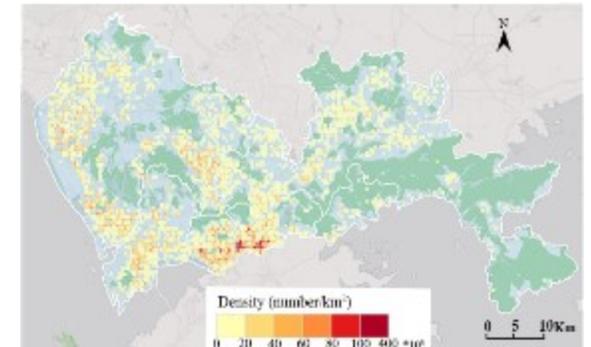
## 融合遥感影像和人类活动分析城市功能空间动态



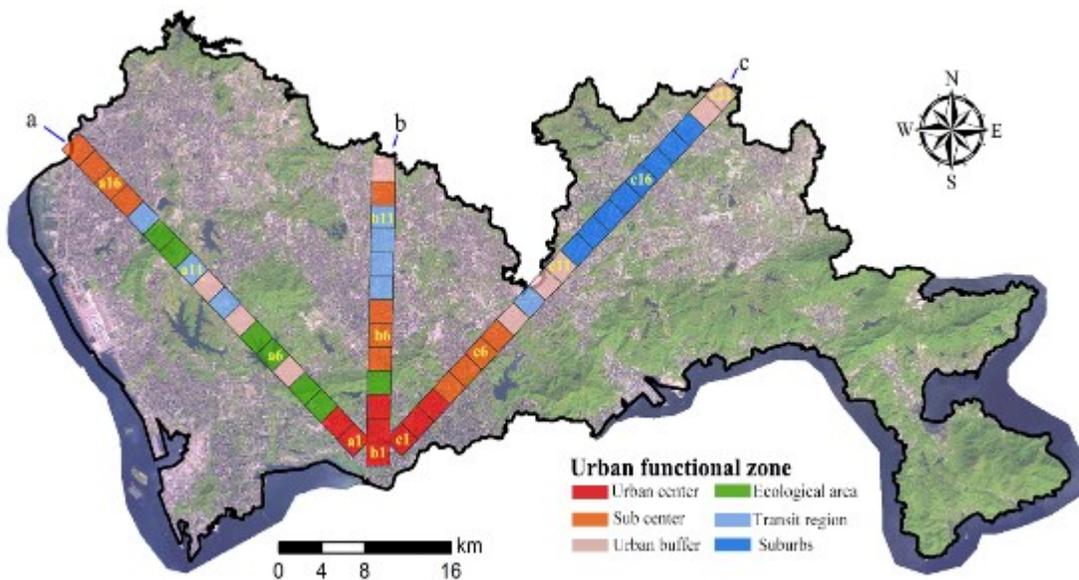
遥感数据：土地覆盖



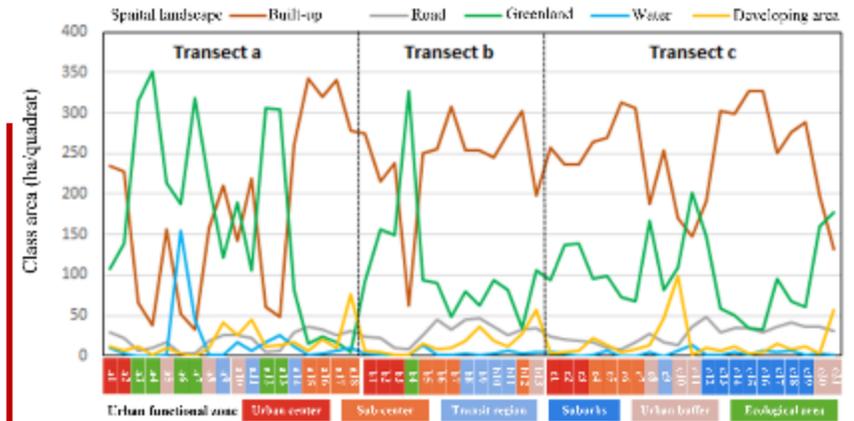
手机数据：人类活动（居家、工作、社会活动）



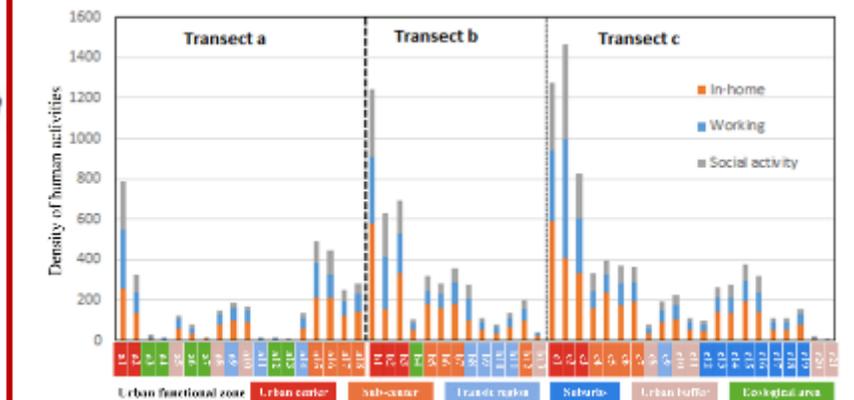
# 城市功能的空间动态



城市功能空间梯度



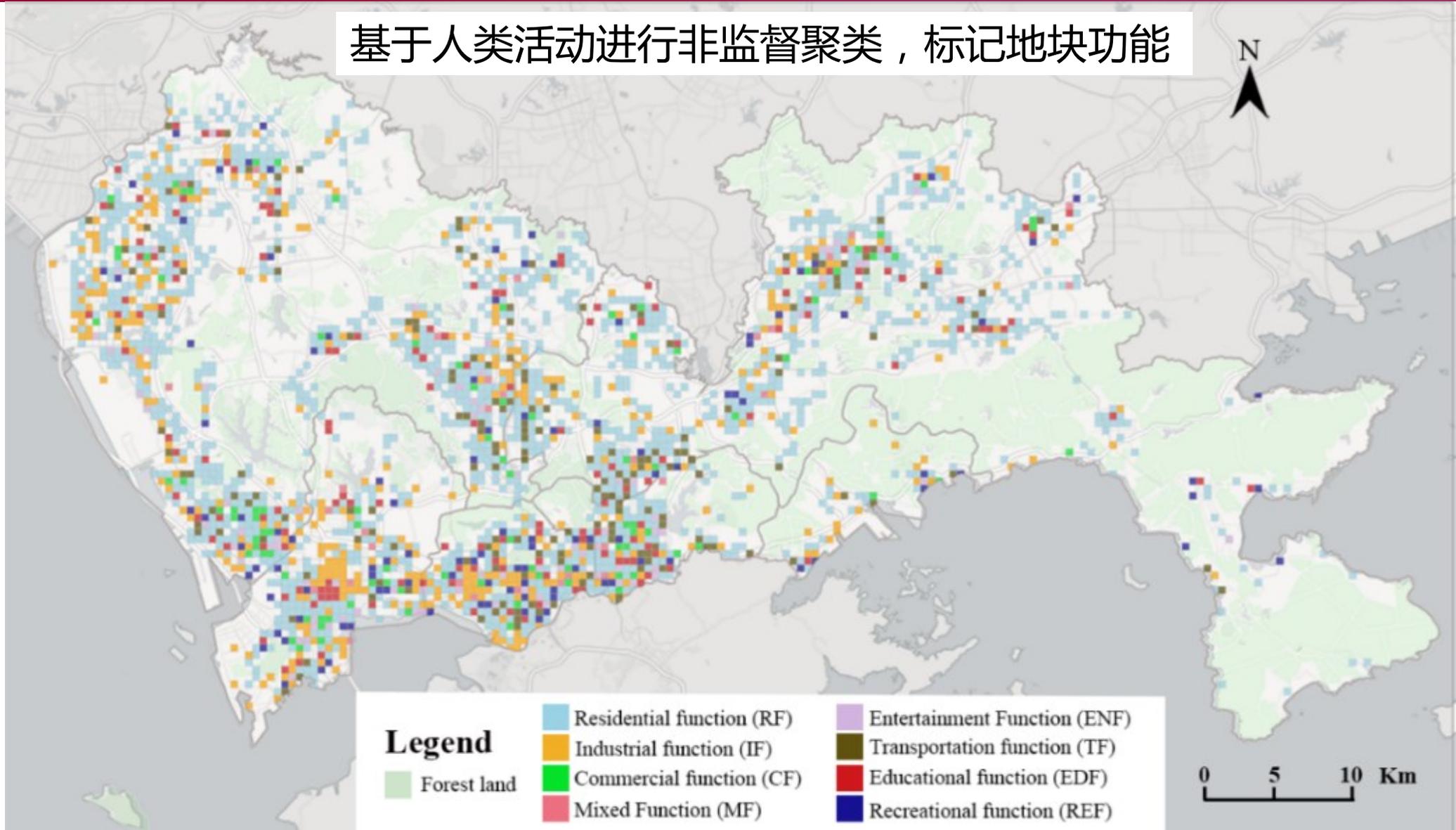
土地覆盖梯度



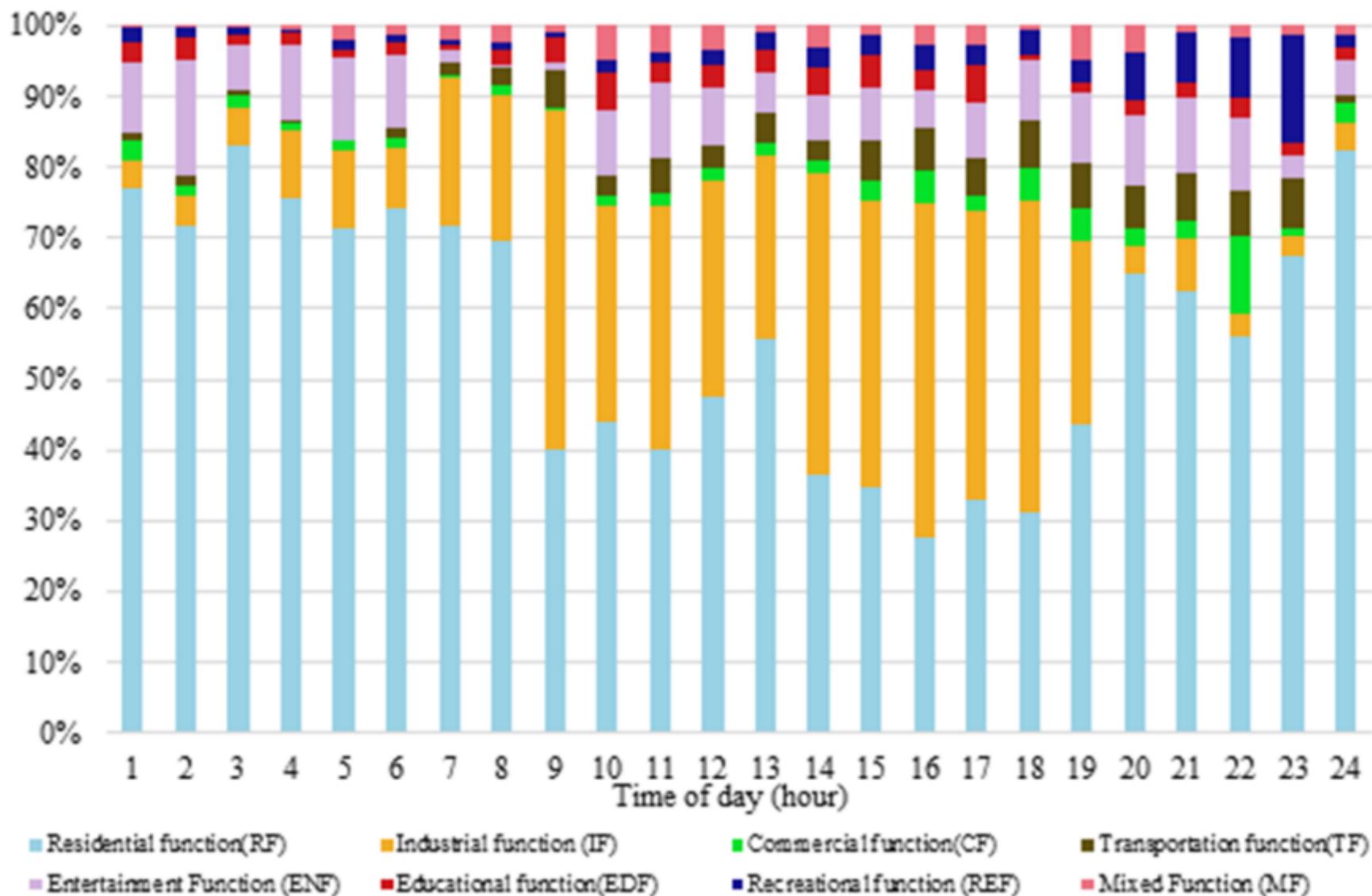
人类活动梯度

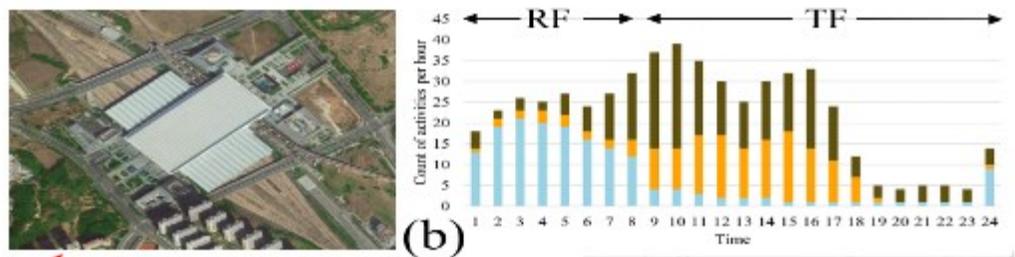
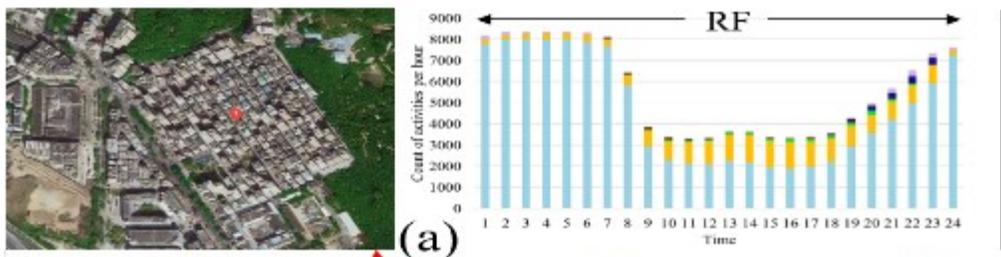
# 城市功能的时间动态

基于人类活动进行非监督聚类，标记地块功能

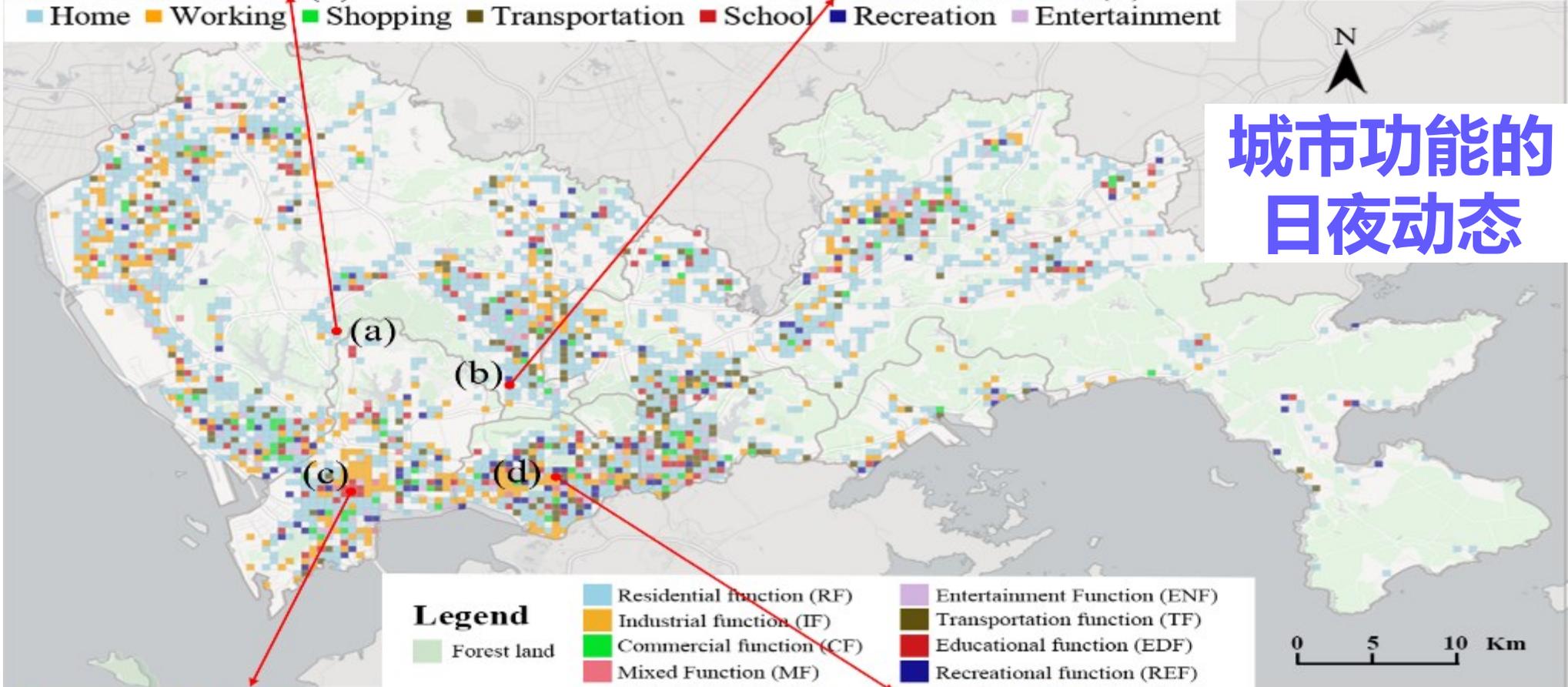


# 城市功能的日夜动态

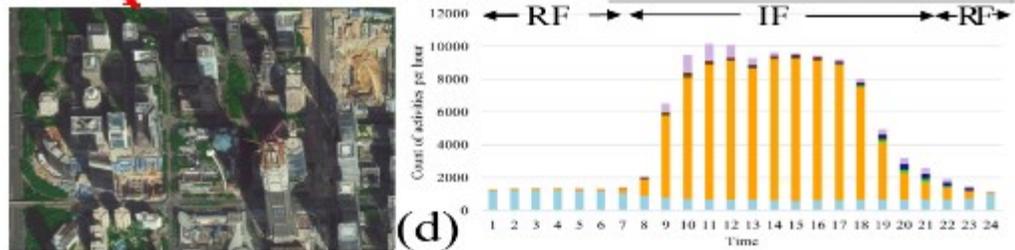
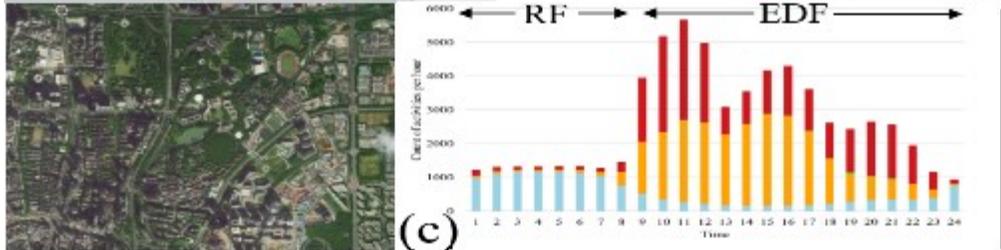




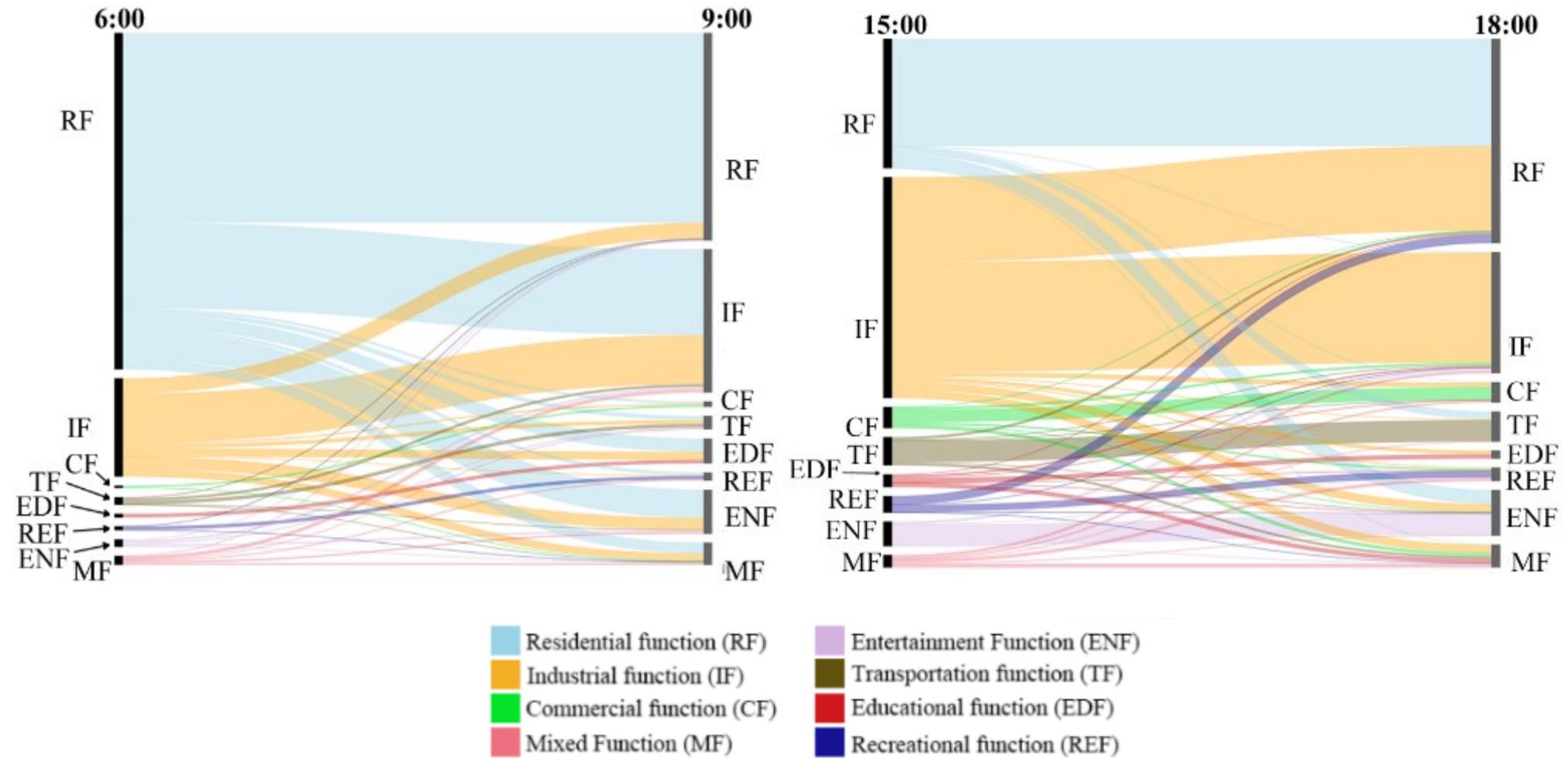
■ Home 
 ■ Working 
 ■ Shopping 
 ■ Transportation 
 ■ School 
 ■ Recreation 
 ■ Entertainment



# 城市功能的 日夜动态



# 城市功能的日夜动态





# 4

## 总结与展望 Conclusion and Outlook

## 4. 总结与展望

- 空间大数据，特别是时空数据中蕴含了丰富的人类活动信息，能够支撑精细化人类活动动态感知
- 高渗透精细化人类群体活动能够实现高动态城市功能分析
- GIS为链接城市空间、人、数据和智能提供了可能

敬请批评指正！  
tuwei@szu.edu.cn

