城市热环境多尺度时空演变过程和规律的遥感研究

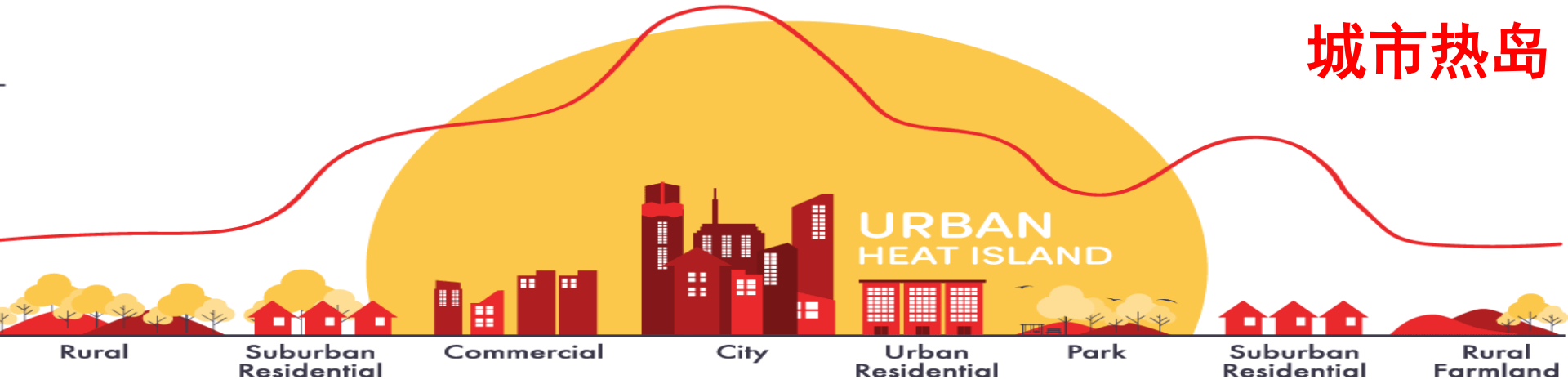
报 告 人： 赖佳梦

指导老师： 占文凤 教授

研究方向： 城市热环境遥感

2021年6月11日

研究背景|选题背景

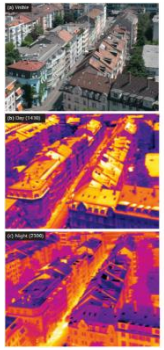

城市热岛
URBAN
HEAT ISLAND
Rural
Suburban Residential
Commercial
City
Urban Residential
Park
Suburban Residential
Rural Farmland

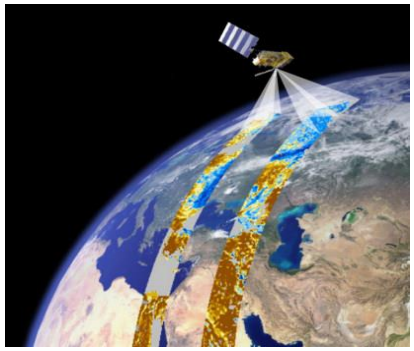
STAY SAFE IN THE
SUMMER HEAT
诱发疾病

加剧空气污染
High atmospheric pressures capture polluted air above cities
Sun and heat transform primary pollutants into ozone and ultrafine particles
Heat increases power usage (air conditioning in buildings and cars) wich in turn increases primary pollutants emissions
Sunlight
NOX
Nitrogen Oxides
VOCs
Volatile Organic Coumpounds
Ozone
Smog

研究背景|选题背景

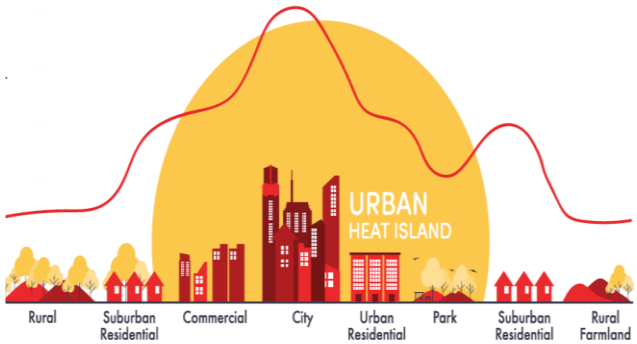
热红外遥感是监测大范围城市地表热环境的唯一手段





热红外遥感

监测



地表热环境

可提供大范围的地表观测

具有很强的空间异质性

借助卫星遥感获取城市下垫面信息，进而揭示多时空尺度下地表热岛的变化规律及驱动机理，已成为城市热环境遥感领域的热点之一。

研究内容

一、日内尺度城市地表热岛主要模态研究

二、逐日尺度城市夜间地表热岛响应机制分析

三、逐日尺度城市夜间地表热岛模拟预报应用

四、多时间尺度城市地表热岛驱动机制贡献研究

研究内容

一、日内尺度城市地表热岛主要模态研究

二、逐日尺度城市夜间地表热岛响应机制分析

三、逐日尺度城市夜间地表热岛模拟预报应用

四、多时空尺度城市地表热岛驱动机制贡献研究

<研究1> 面临挑战：日内尺度地表热岛变化模态尚不清楚

在地表热岛时空变化模态方面，前人已总结出年内、年际以及日夜尺度热岛变化规律：

空间	日内逐时变化	日/夜变化	年内（月/季）变化	年际变化
区域/全球尺度	?	中国 [Wang et al., 2015] 印度 [Shastri et al., 2017]	亚洲 [Tran et al., 2006] 全球 [Peng et al., 2012]	中国 [Wang et al., 2015] 欧洲 [Schwarz et al., 2011]
单个城市/城市群	巴黎 [Zakšek and Oštir, 2011] 北京 [Zhou et al., 2013] 雅典 [Sismanidis et al., 2015] 长三角城市群 [Fang et al., 2016]	京津冀城市群 [Zhao et al., 2017] 北京 [Zhou et al., 2014] [Quan et al., 2014] ...	阿布达比 [Lazzarini et al., 2013] 德黑兰 [Haashemi et al., 2016] 北京、上海 [Huang et al., 2016] ...	珠江三角洲城市群 [Chen et al., 2006] 休斯顿 [Streutker et al., 2013] 武汉 [Shen et al., 2016] ...

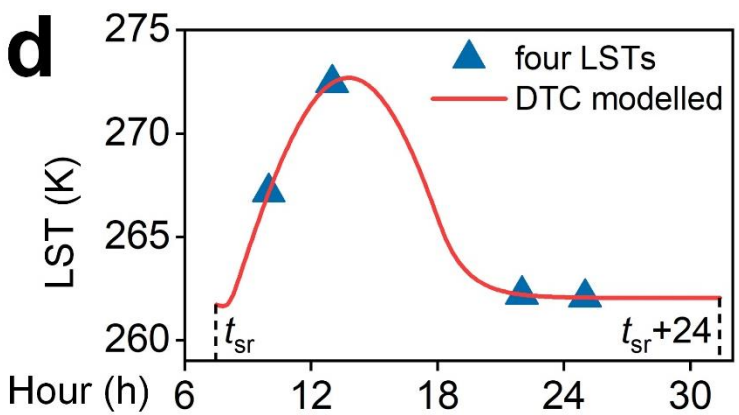
时间

不同气候区城市地表热岛日内变化模态尚不清楚

<研究1> 研究方法|获取逐时地表热岛

- 遥感温度数据：MODIS LST数据（一日四次观测）
- 四参数DTC模型：GOT09-dt-001 [*Hong et al.*, 2018]：

$$T(t)=\begin{cases} T_0+T_a\cdot\dfrac{\cos(\theta_z)}{\cos(\theta_{z,\min})}\cdot e^{(m_{\min}-m(\theta_z)\cdot\tau}, t<t_s \\ (T_0)+\left[T_a\cdot\dfrac{\cos(\theta_{zs})}{\cos(\theta_{z,\min})}\cdot e^{(m_{\min}-m(\theta_{zs})\cdot\tau}\right]\cdot e^{\frac{-12}{\pi k}(\theta-\theta_s)}, t\geq t_s \end{cases}$$



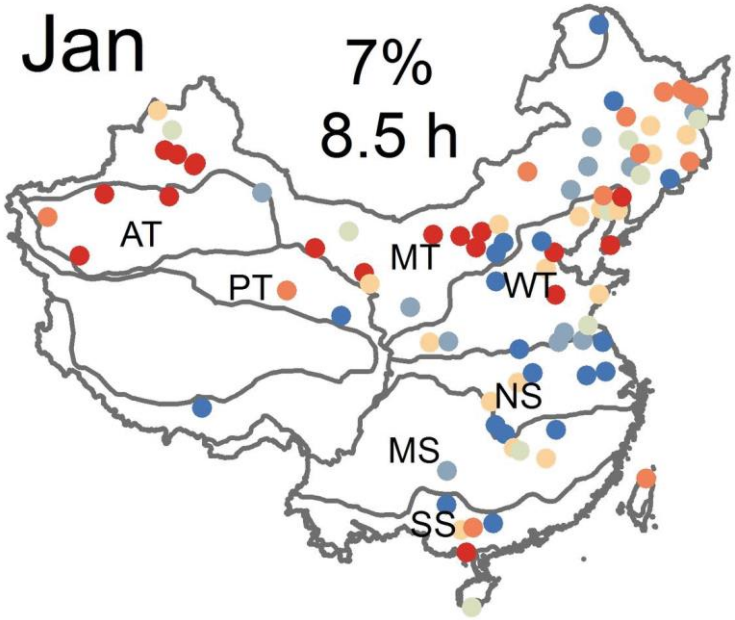
DTC model

➡ $SUHII(t)=\overline{T_{urban}(t)}-\overline{T_{rural}(t)}$

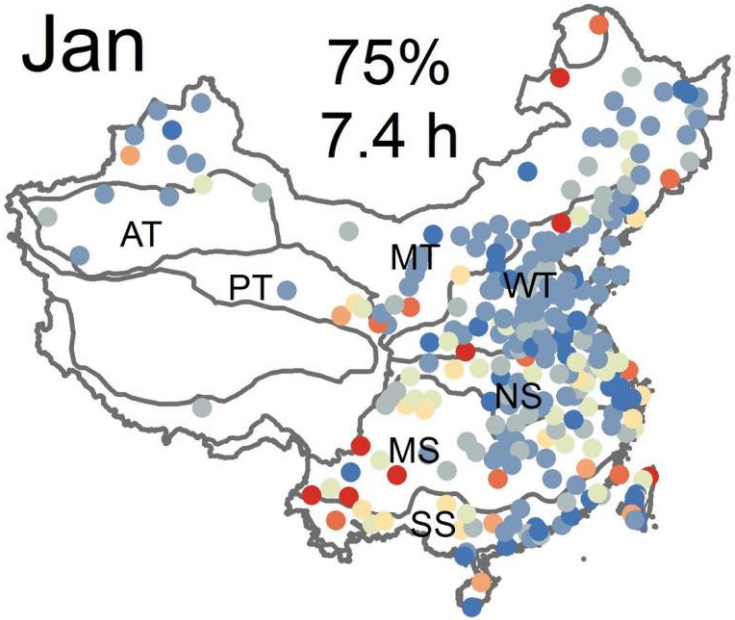
<研究1> 研究结果|强热岛和冷岛出现时长

- 北方城市在冬季易出现强热岛现象；而南方城市在夏季强热岛较为普遍
- 我国城市冷岛现象较为普遍，且冬季出现最多，而夏季最少

强热岛(SUHII>3 K)时长



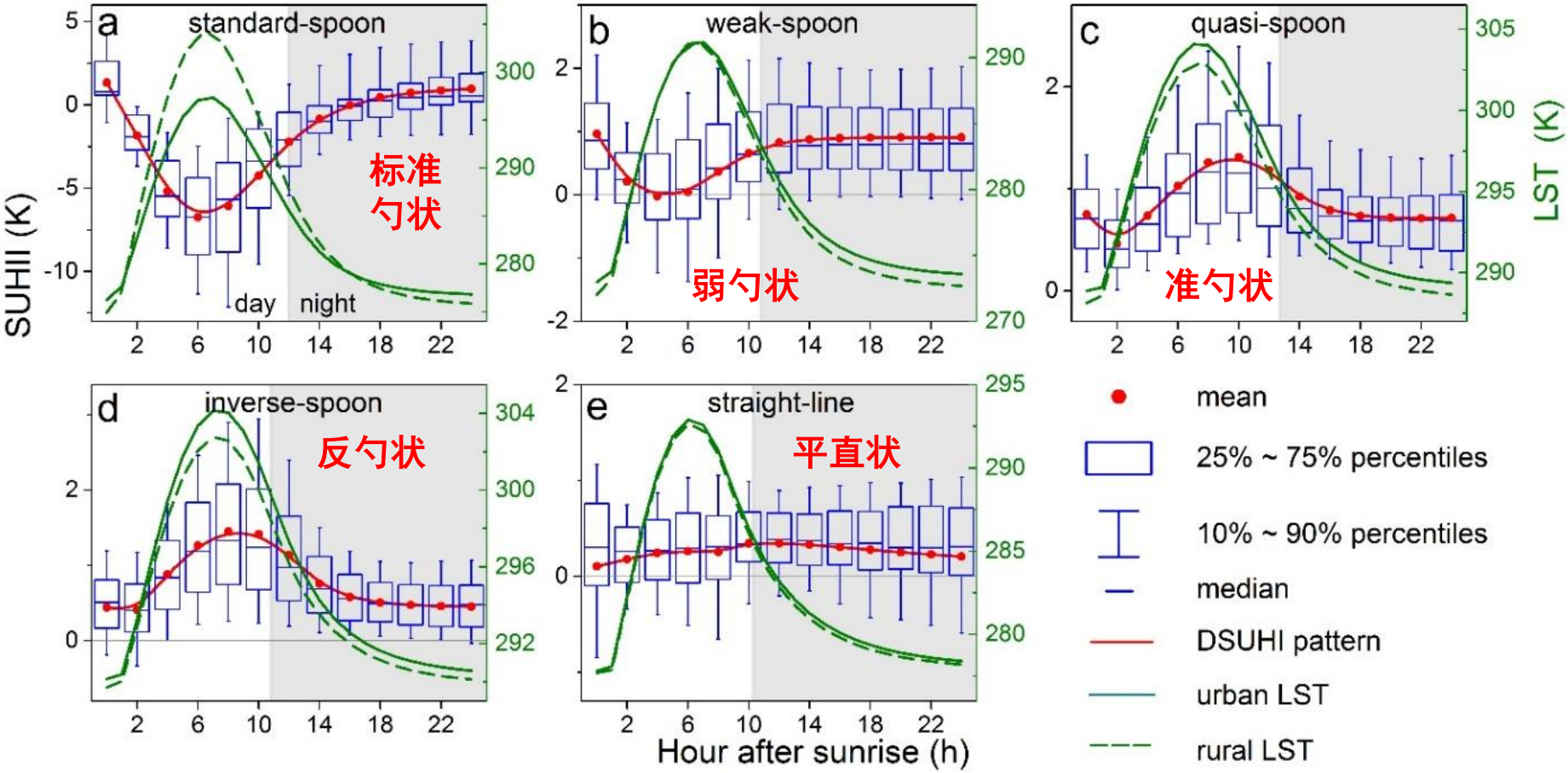
冷岛(SUHII <0 K)时长



逐月平均之后地表热岛强热岛及冷岛在一天中出现的时长
（百分比表示在对应月份中出现过强热岛/冷岛的城市占总城市的比例；下方数字表示各城市中强热岛/冷岛出现的平均时长）

<研究1> 研究结果|地表热岛日内变化主要模态

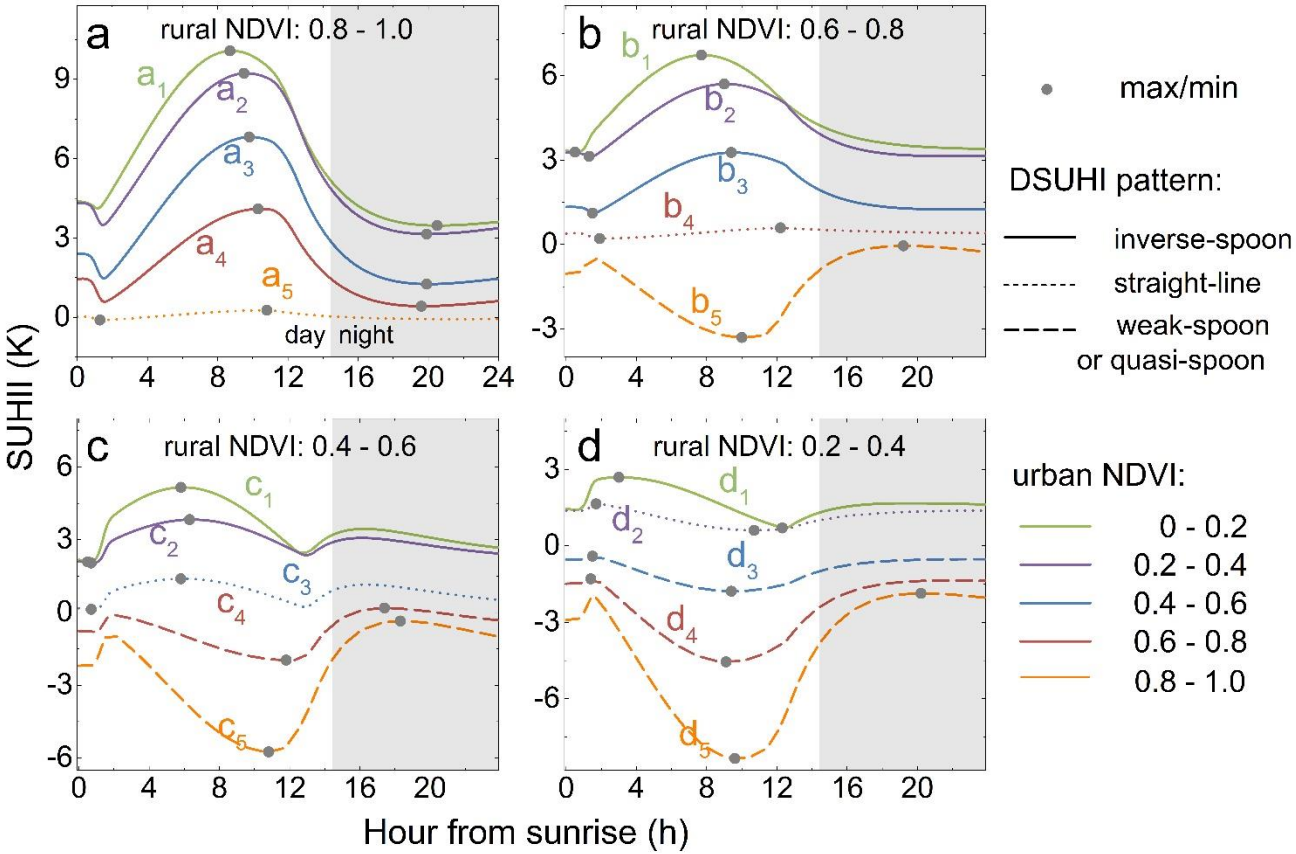
率先在区域尺度上厘定了城市地表热岛日内逐时变化的五种模态，加深了对地表热岛日内变化规律的认知。



五种地表热岛日内逐时变化模态

<研究1> 研究结果|地表热岛日内变化的驱动要素

以北京市为例，我们基于具有不同NDVI值的城郊像元，重现了地表热岛的几种不同的日内变化，证明了城郊NDVI差值是控制地表热岛日内变化模态的主要因素。



城区NDVI＞郊区NDVI:
弱勺状或准勺状

城区NDVI≈郊区NDVI
平直状

城区NDVI＜郊区NDVI
反勺状

研究内容

一、日内尺度城市地表热岛主要模态研究

二、逐日尺度城市夜间地表热岛响应机制分析

三、逐日尺度城市夜间地表热岛模拟预报应用

四、多时空尺度城市地表热岛驱动机制贡献研究

<研究2> 面临挑战：逐日尺度地表热岛时空演变规律尚存盲点

在地表热岛时空演变归因分析方面，前人研究已总结出地表热岛时空格局的各类驱动要素，主要包括：

地表覆盖类型

如植被指数、不透水面面

城市形态

如景观斑块的大小、形状

气象条件

如逐日风速、日累计降雨

地表热岛在逐日尺度上形成与演变规律仍存在认知盲点

城市发展强度

如城市大小、人口密度、城区面积等

气候条件

如年均风速、年累计降雨量、年均温度等

理论 + 观测 → 可控制地表热岛在较低频时间尺度上的变化

理论 观测 ?

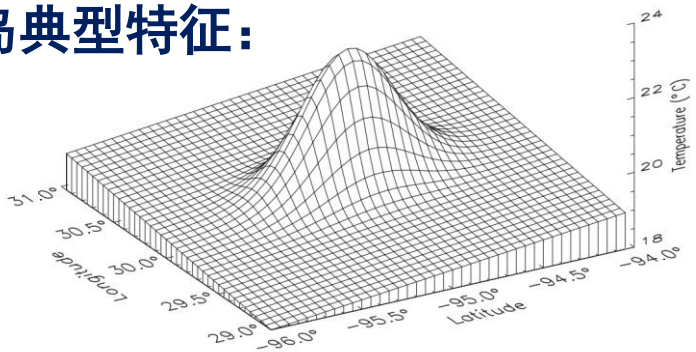
可控制地表热岛在较高频时间尺度上的变化

时间尺度：年际 | 年内逐季 | 年内逐月 | 逐日

<研究2> 研究方法|热岛典型特征提取

使用高斯模型刻画地表热岛时空格局并提取热岛典型特征：

$$\begin{cases} T(x,y)=T_0+a_1x+a_2y+a_0\cdot\exp(-U/2) \\ U=\left\{a_x^{-1}\cdot\left[(x-x_0)\cos\varphi+(y-y_0)\sin\varphi\right]\right\}^2+\left\{a_y^{-1}\cdot\left[(y-y_0)\cos\varphi-(x-x_0)\sin\varphi\right]\right\}^2 \end{cases}$$

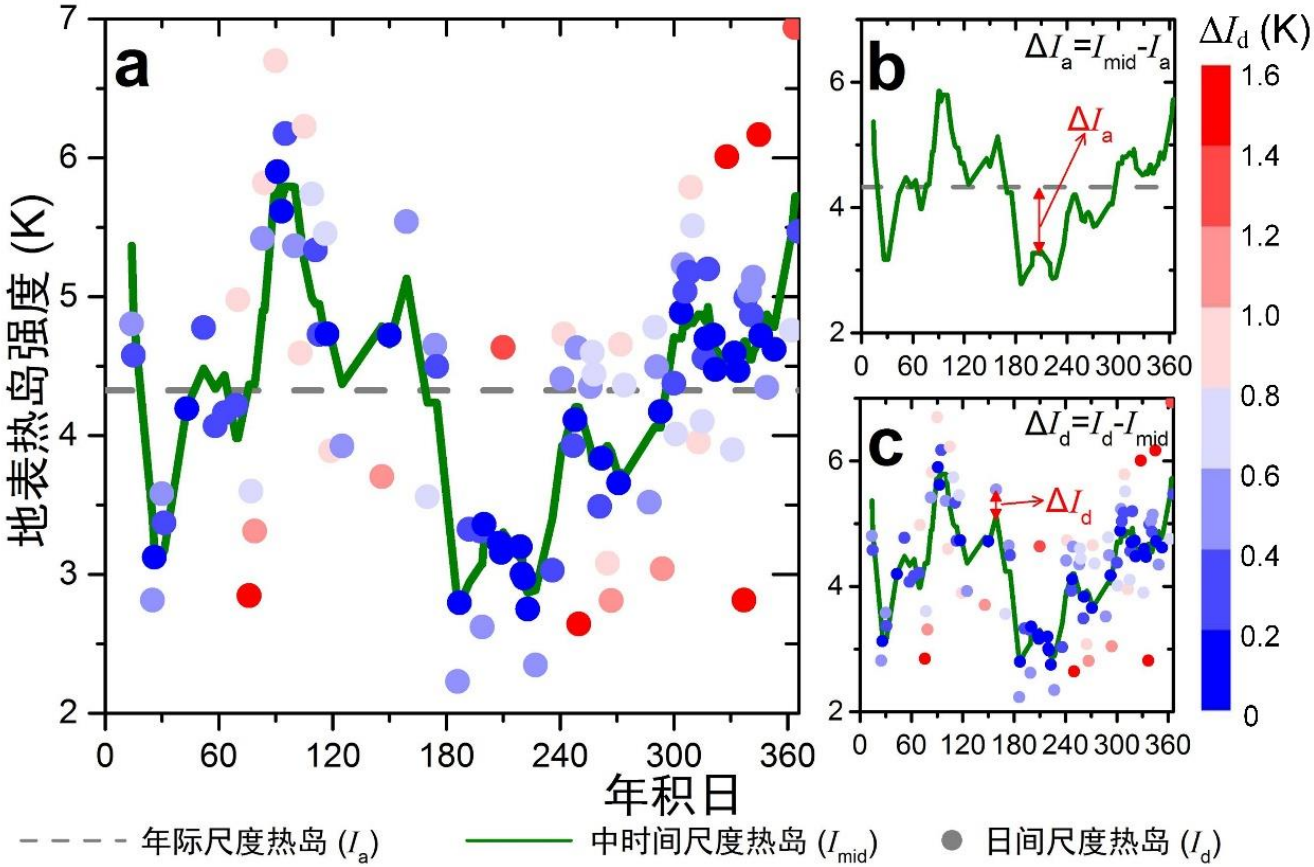


地表热岛特征		物理含义	符号	定义	计算公式
强度		地表热岛强度的最大值	I	高斯曲面的高度	a_0
热岛足迹	范围	具有显著地表热岛的区域面积	A	高斯椭圆的面积	$\pi\cdot a_x\cdot a_y$
	形状	地表热岛在不同方向的分布差异	e	高斯椭圆的离心率	$\sqrt{1-a_x^{-2}\cdot a_y^2}$
	倾角	地表热岛最显著的方向	φ	高斯椭圆的倾角	φ
	重心	地表热岛强度最大的像元坐标	C_x	高斯椭圆重心横坐标	x_0
			C_y	高斯椭圆重心纵坐标	y_0

<研究2> 研究方法|热岛日间变化计算

逐日地表热岛减去中时间尺度地表热岛，得到日间热岛：

$$\text{逐日热岛}\ \boxed{SUHI_{\mathrm{d}}(t)} = \underbrace{SUHI_{\mathrm{a}} + \Delta SUHI_{\mathrm{a}}}_{\text{中时间尺度热岛 (前后各15天内热岛平均值)}\ \boxed{SUHI_{\mathrm{mid}}}} + \underbrace{\Delta SUHI_{\mathrm{d}}}_{\boxed{\text{day-to-day variation}}\ \text{日间尺度热岛}}$$



西安市地表热岛强度在不同时间尺度上的变化

<研究2> 研究方法|解释因子选择

选取与中时间尺度及日间尺度地表热岛相关的两类要素作为逐日热岛的解释因子：

因子符号	定义	数据源	因子类型
ALB	反照率	MODIS	A
$NDVI_{u\text{-}r}$	城郊归一化植被指数差	MODIS	A
T_{r_mid}	郊区地表温度中时间尺度值	MODIS	A
DL	日照时长	计算得到	A
ΔT_{r_d}	郊区地表温度日间变化	MODIS	B
ΔSAT_d	近地表空气温度日间变化	站点观测	B
WDS	日均风速	站点观测	B
RH	日均相对湿度	站点观测	B
$PREP$	日累计降水量	站点观测	B
AOD	日均气溶胶光学厚度	MODIS	B
DTR_r	郊区地表温度日较差	MODIS	B

与$SUHI_{mid}$相关的非气象因子

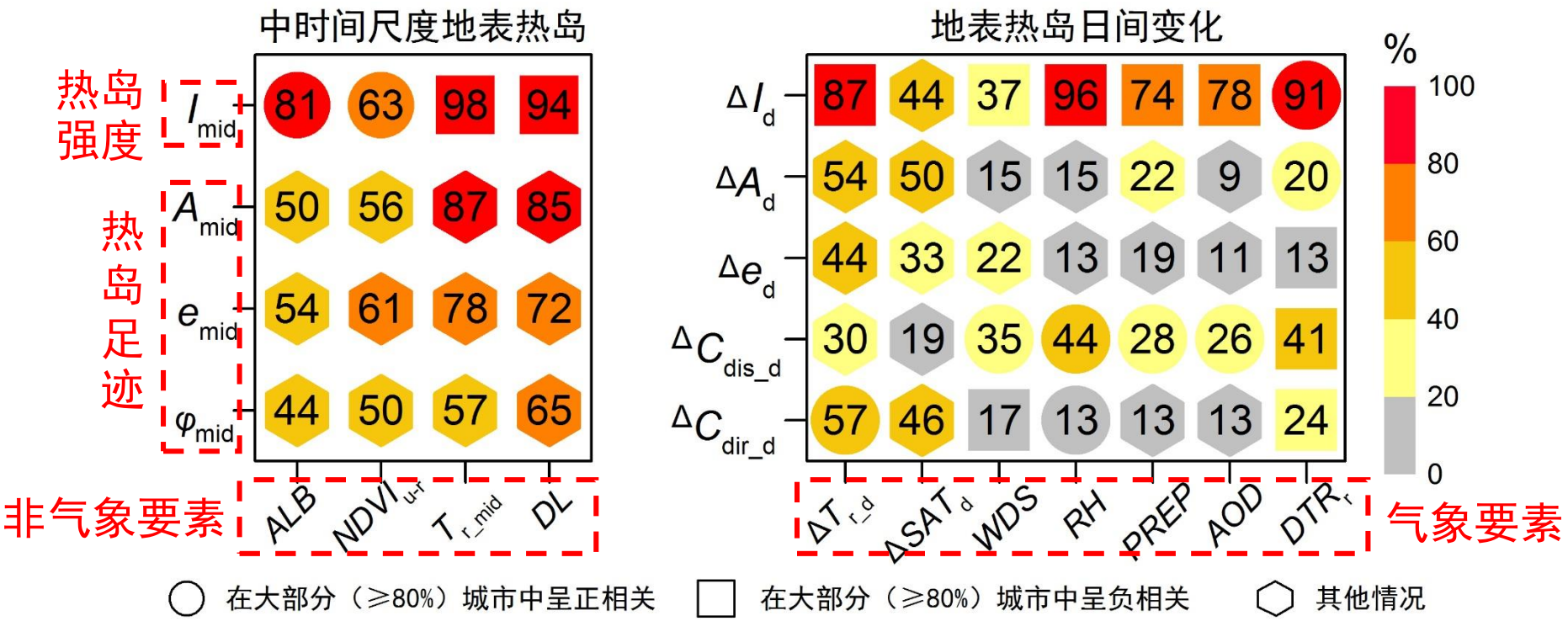
与$\Delta SUHI_d$相关的气象因子

<研究2> 研究结果|归因分析结果

地表热岛的中时间尺度变化主要受到地表覆盖及日照时长控制，而日间变化则主要受气象要素控制；

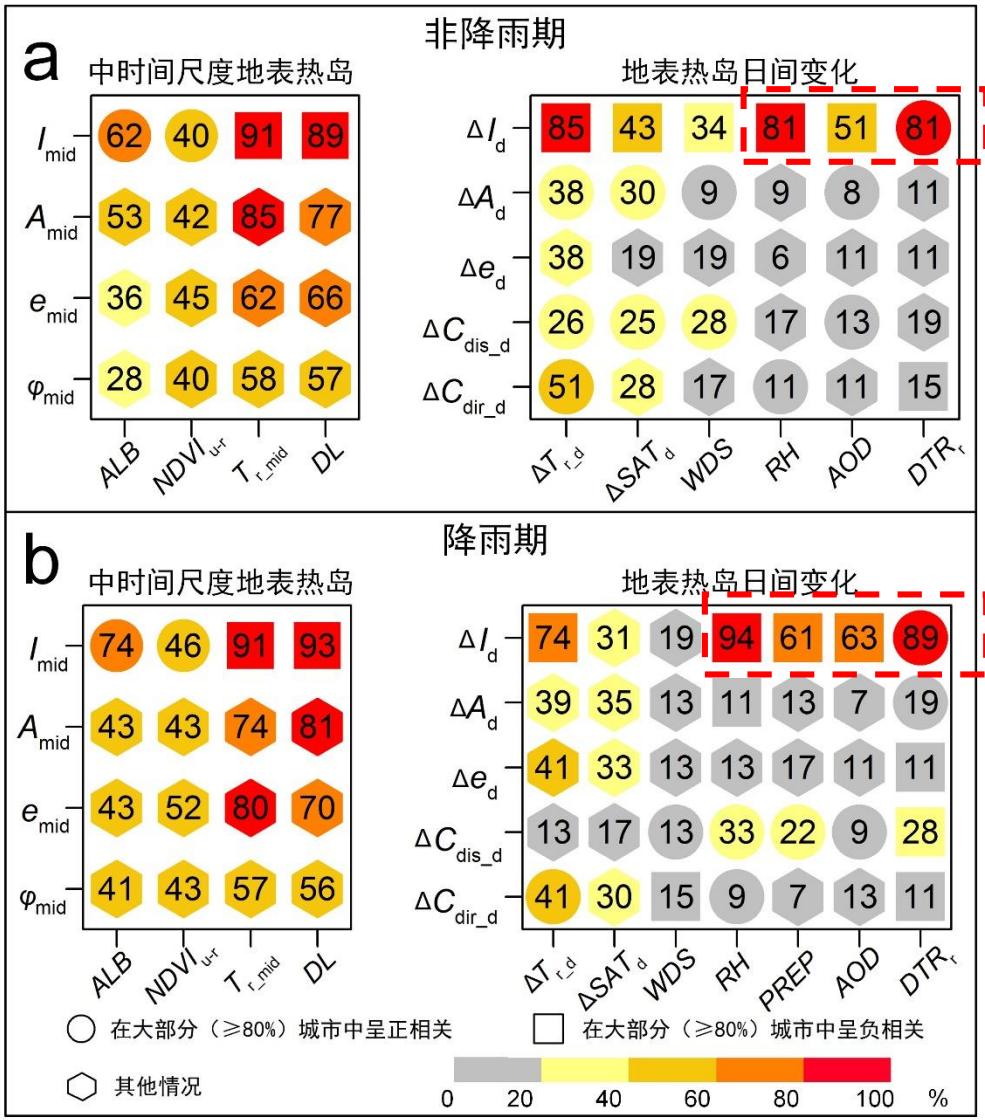
地表热岛众多典型特征中，热岛强度受气象要素的影响最大；

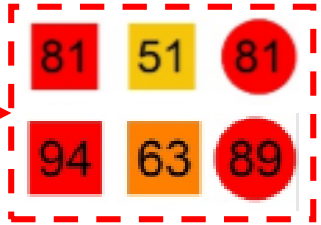
各个气象要素中，湿度、郊区地温日变化、土壤含水量对热岛的作用最为显著。



地表热岛各典型特征的中时间尺度值及日间变化与各个解释因子间的关系

<研究2> 研究结果|降雨期与非降雨期对比

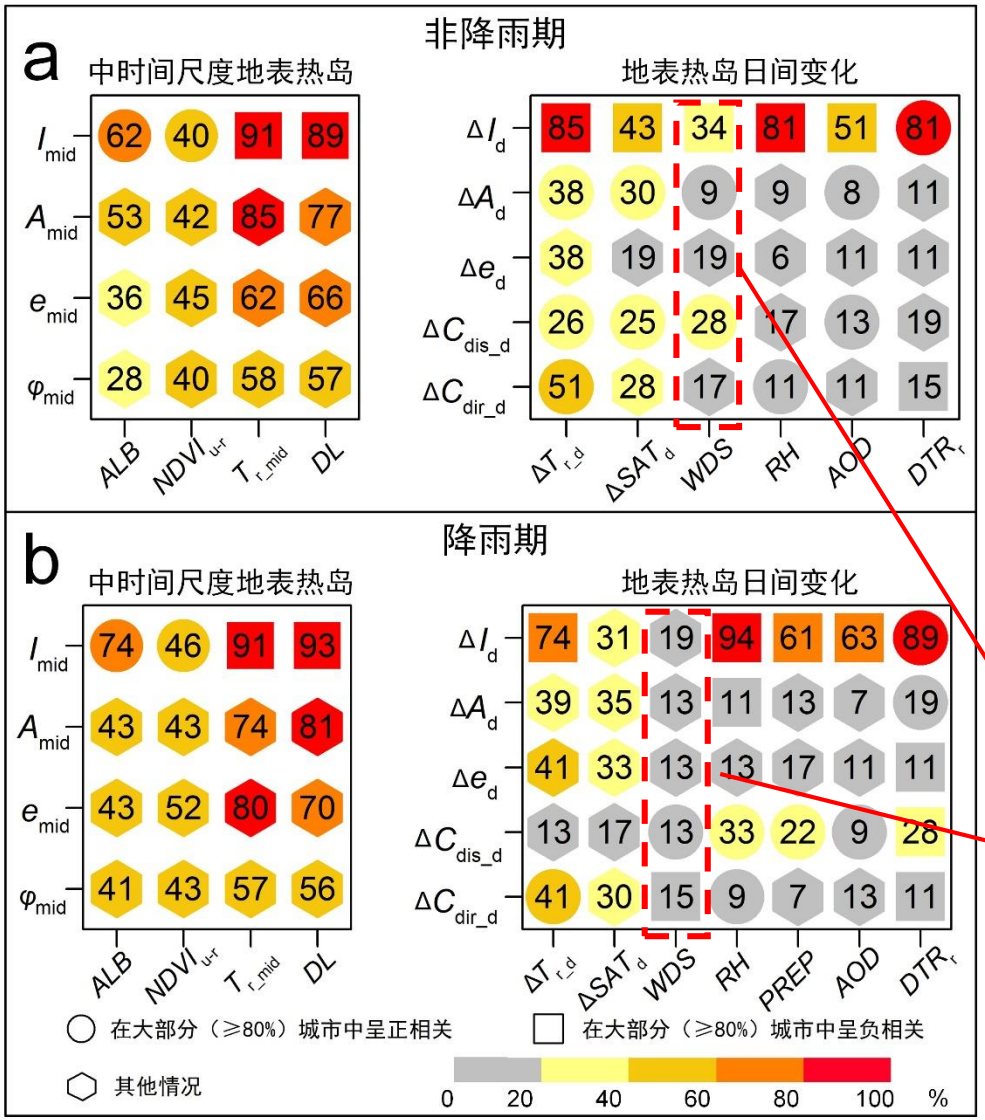


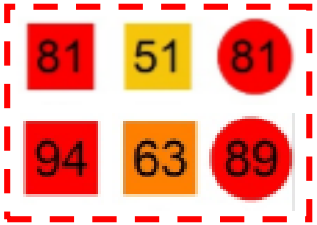


与非降雨期相比，降雨期内地表热岛强度对于相对湿度、气溶胶和土壤含水量的敏感性增强了

降雨期与非降雨期地表热岛典型特征的中时间尺度值及日间变化与各个解释因子间关系对比

<研究2> 研究结果|降雨期与非降雨期对比





与非降雨期相比，降雨期内地表热岛强度对于相对湿度、气溶胶和土壤含水量的敏感性增强了

降雨期内风速对地表热岛的作用减弱了

降雨期与非降雨期地表热岛典型特征的中时间尺度值及日间变化与各个解释因子间关系对比

研究内容

一、日内尺度城市地表热岛主要模态研究

二、逐日尺度城市夜间地表热岛响应机制分析

三、逐日尺度城市夜间地表热岛模拟预报应用

四、多时间尺度城市地表热岛驱动机制贡献研究

<研究3> 面临挑战：逐日尺度未来地表热岛时空格局难以模拟

在地表热岛时空格局情景模拟方面，前人研究多关注于对过去时刻地表热岛时空格局的模拟：

地表热岛影响因子 ＋ 地表热岛 → **地表热岛模型**

$$地表热岛 = f(地表覆盖类型, 城市形态, 人为热, 气候条件)$$

难以开展对未来逐日地表热岛时空格局的情景模拟研究

对未来热岛的模拟

未来地表覆盖 ＋ **地表热岛模型** → **未来地表热岛**

仅在长时间尺度上变化

只能模拟年际/季节尺度的未来热岛

未来气象条件 ＋ **地表热岛模型** → **未来逐日地表热岛**

可利用天气预报系统获取

<研究3> 研究方法|模拟策略

地表热岛的逐日变化可以被认为是其在中时间尺度及日间尺度上变化的结合

$$SUHI_{\mathrm{d}}(t)=\underbrace{SUHI_{\mathrm{a}}+\Delta SUHI_{\mathrm{a}}}_{SUHI_{\mathrm{mid}}}+\underbrace{\Delta SUHI_{\mathrm{d}}}_{\text{day-to-day variation}}$$

支持向量机
回归模型

与$SUHI_{\mathrm{mid}}$相关的非气象要素

与$\Delta SUHI_{\mathrm{d}}$相关的气象要素

次日值可利用天气预报系统获取

\+ 地表热岛模型 → **次日热岛**

地表热岛强度
高斯地表温度

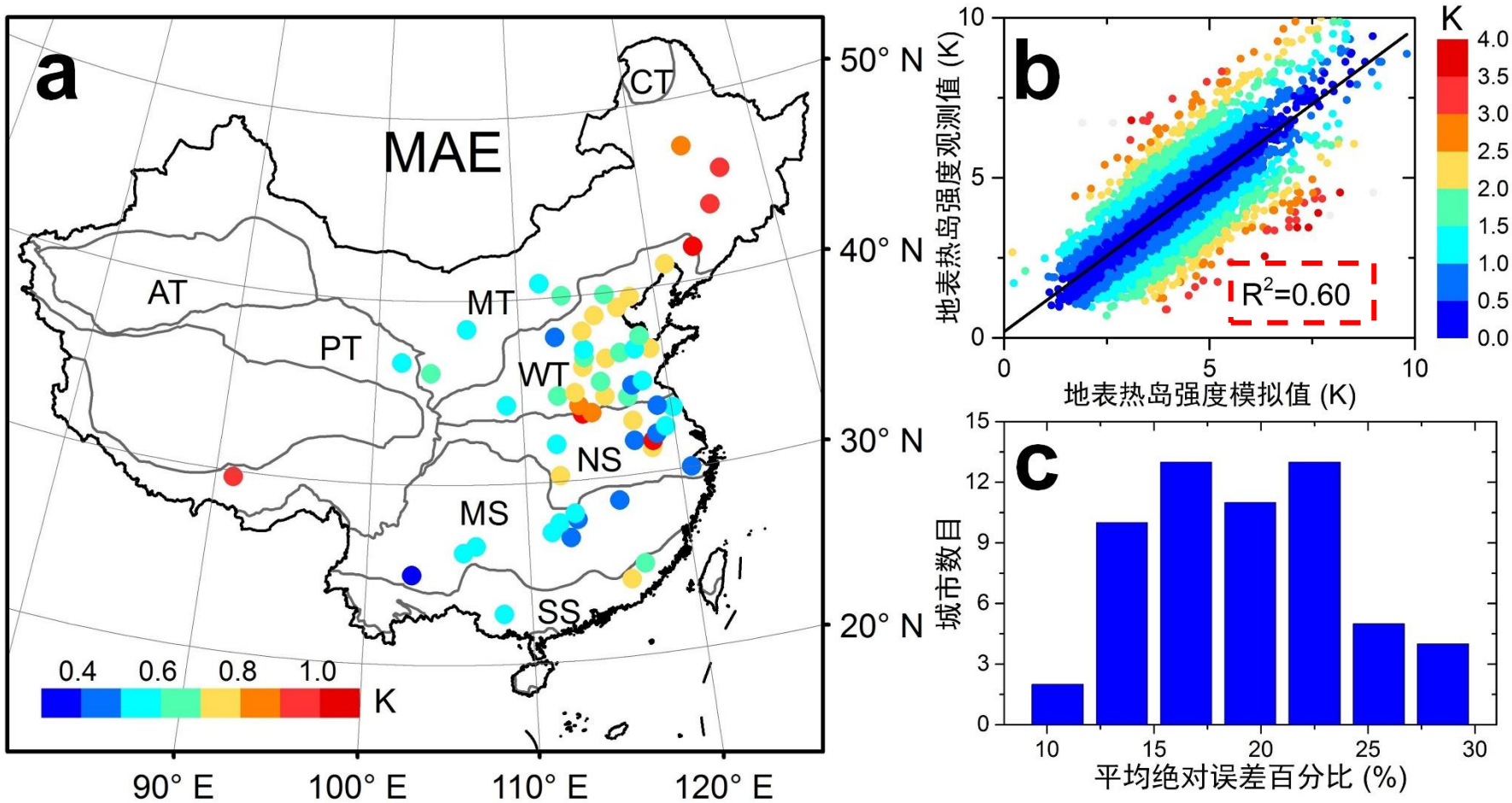
选择与地表热岛中时间尺度变化及日间尺度变化相关的要素作为模拟因子：

$$\begin{cases} SUHI_{\mathrm{d+1}}(t)=SUHI_{\mathrm{d}}(t+1)=SUHI_{\mathrm{mid}}(t)+\Delta SUHI_{\mathrm{d}}(t+1)=f(\beta_{\mathrm{mid}},\beta_{\Delta\mathrm{d}}) \\ \beta_{\mathrm{mid}}=\{DL_{\mathrm{d+1}},\ ALB_{\mathrm{pre}},\ NDVI_{\mathrm{u\text{-}r_pre}},\ T_{\mathrm{r_pre}},\ SUHI_{\mathrm{pre}}\} \\ \beta_{\Delta\mathrm{d}}=\{RH_{\mathrm{d+1}},\ PREP_{\mathrm{d+1}},\ SAT_{\mathrm{d+1}},\ WDS_{\mathrm{d+1}},\ DTR_{\mathrm{r_pre}},\ AOD_{\mathrm{pre}}\} \end{cases}$$

<研究3> 研究结果|地表热岛强度模拟精度

模拟平均MAE (mean absolute error): 0.67 K, 模拟R^2: 0.60

约90%城市中，模拟MAE < 1.0 K, MAPE (mean absolute percentage error) ≤ 25%

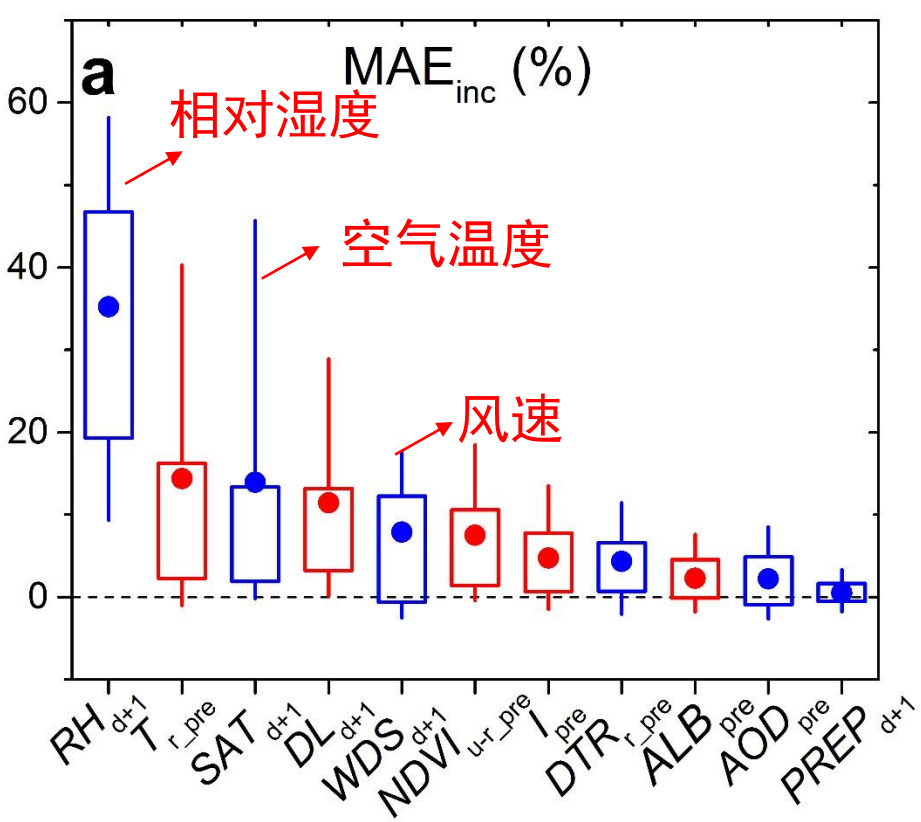


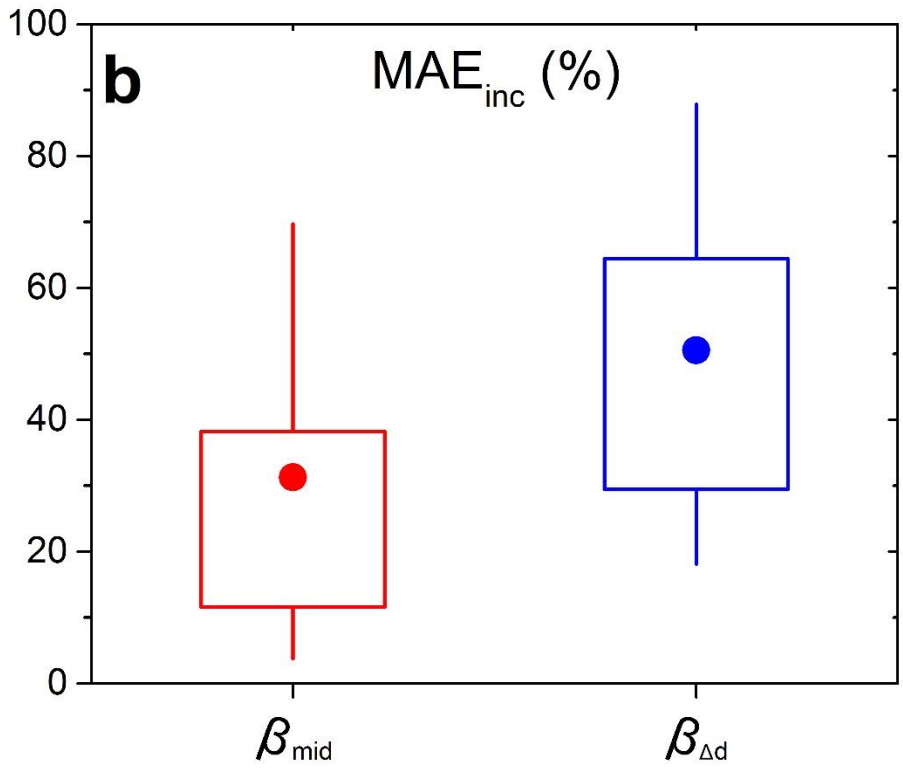
我国各城市中次日夜间地表热岛强度的模拟精度

<研究3> 研究结果|模拟因子贡献度

与热岛日间变化相关的各因子中，相对湿度贡献最大，其次是空气温度和风速

与地表日间变化相关的模拟因子 ($\beta_{\Delta d}$) 对模拟的贡献度大于与中时间尺度地表热岛相关模拟因子 (β_{mid}) 的贡献度

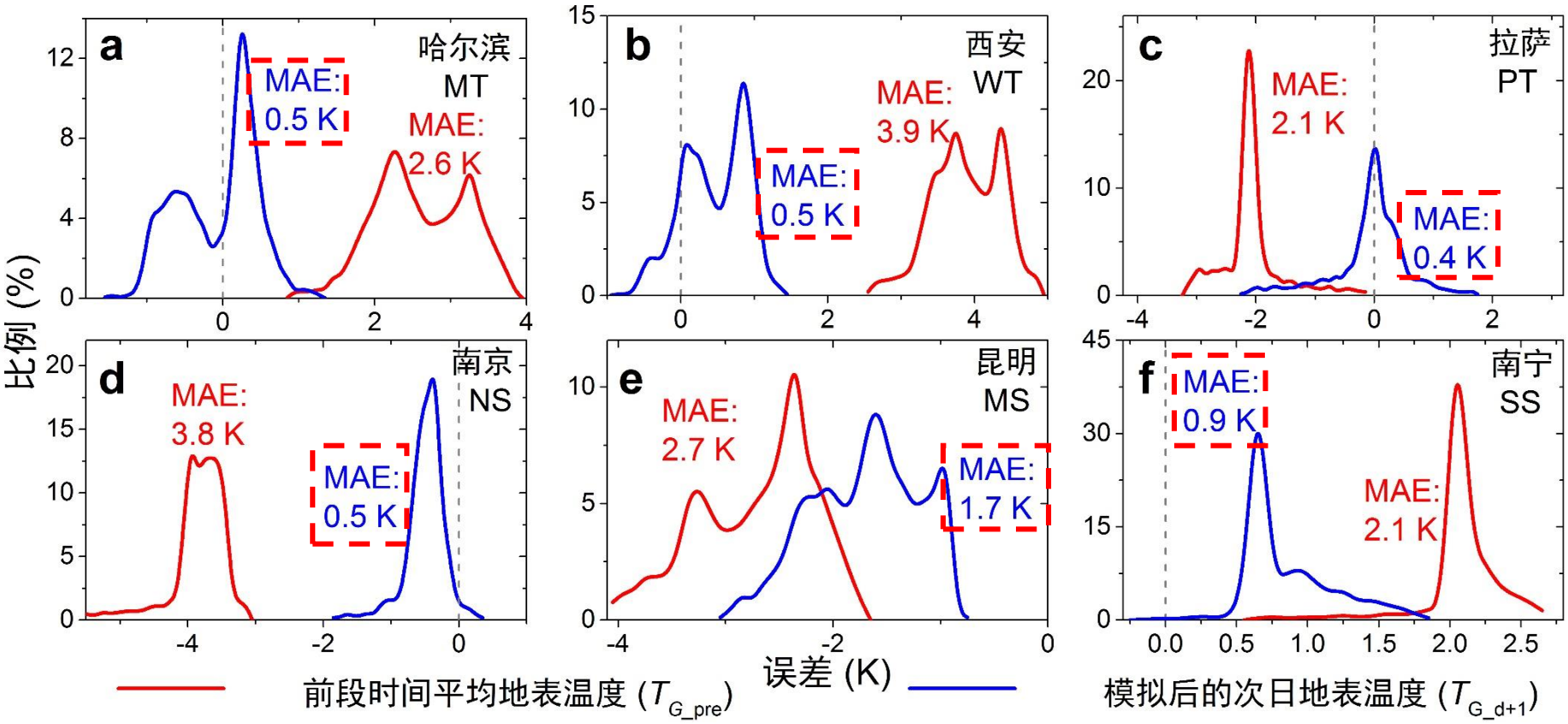




本研究选择的模拟因子对次日夜间地表热岛强度模拟的贡献对比

<研究3> 研究结果|高斯地表温度模拟精度

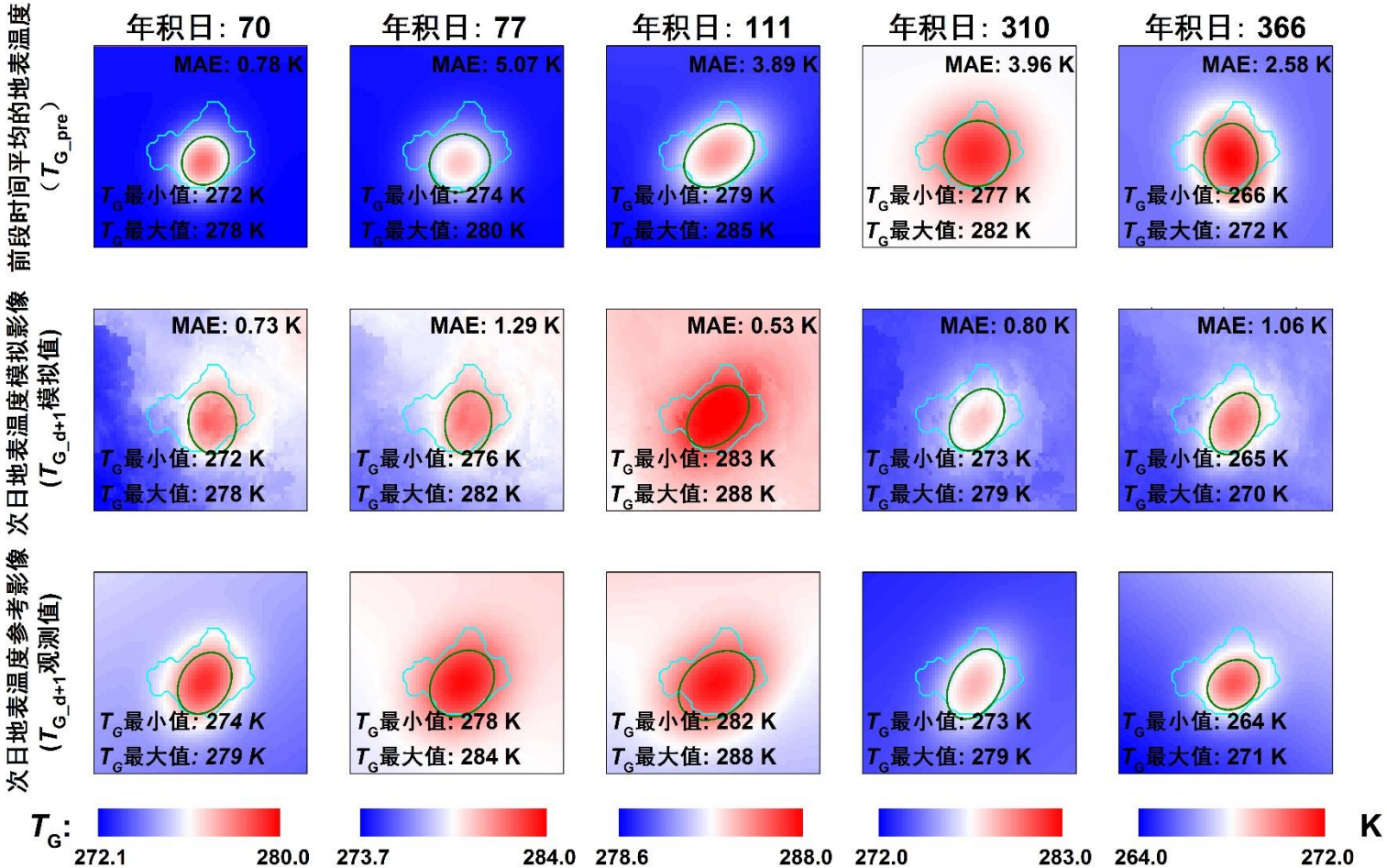
基于高斯的地表温度模拟结果：在超过80%的城市中MAE小于2.0 K



六座大城市中随机某天的次日夜间逐像元高斯地表温度模拟精度

<研究3> 研究结果|高斯地表温度模拟精度

本研究所提出的模拟策略，可以将作为模型输入的前段时间平均地表温度校正到次日夜间地表温度中：



西安市随机五天中次日夜间高斯地表温度逐像元模拟结果

研究内容

一、日内尺度城市地表热岛主要模态研究

二、逐日尺度城市夜间地表热岛响应机制分析

三、逐日尺度城市夜间地表热岛模拟预报应用

四、多时空尺度城市地表热岛驱动机制贡献研究

日内尺度

逐日尺度

→ 多时空尺度

<研究4> 面临挑战：多尺度下地表热岛驱动机制贡献存在争论

地表热岛时空演变受多个因子控制，主要可分为三类。

地表热岛时空演变

- **地表属性**
  地表覆盖类型（如植被覆盖、不透水面积等）和城市形态（如景观斑块的大小、形状等）
- **气候或气象条件**
  如风速、累计降雨量、背景温度、气溶胶光学厚度、相对湿度等
- **城市发展强度**
  如城市大小、人口密度、城区面积、能源消耗量等

然而，不同研究对于地表热岛各个驱动机制的相对贡献仍存在较大争论

研究背景|面临挑战<4>多尺度下地表热岛驱动机制贡献存在争论

传统观点大多认为郊区到城区的地表属性变化是导致地表热岛的最主要因素。

地表属性

地表覆盖类型（如植被覆盖、不透水面积等）和城市形态（如景观斑块的大小、形状等）

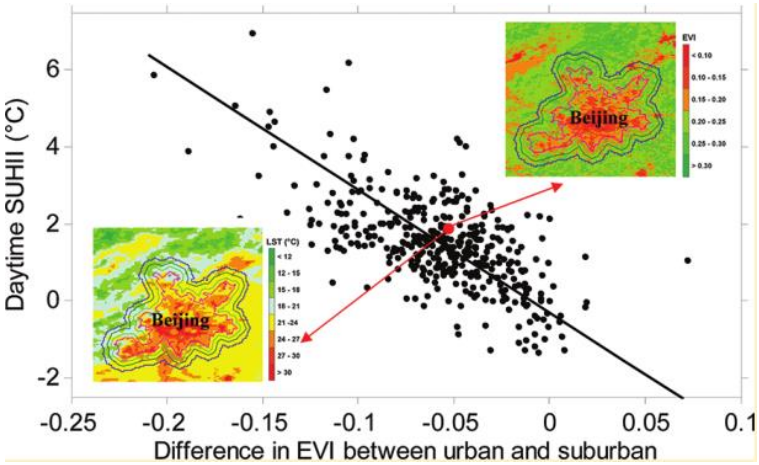
气候或气象条件

如风速、累计降雨量、背景温度、气溶胶光学厚度、相对湿度等

城市发展强度

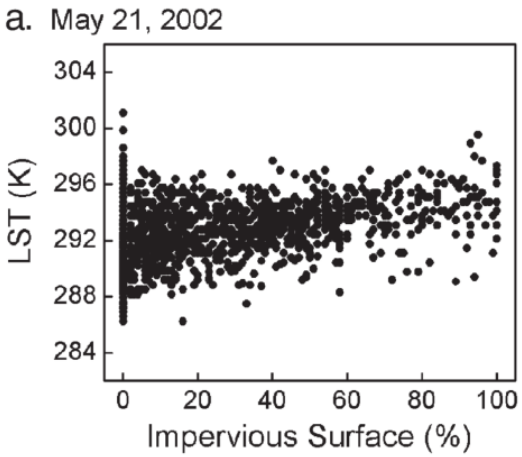
如城市大小、人口密度、城区面积、能源消耗量等

The greener, the cooler!



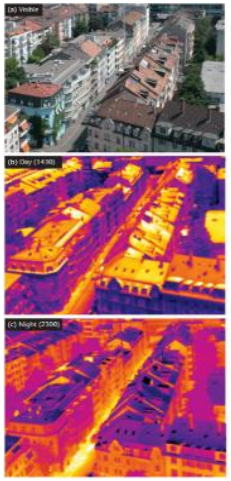
植被覆盖 vs. 地表热岛

(Peng et al., 2012)



不透水面积 vs. 地表热岛

(Yuan and Bauer, 2007)



巷道效应

(Oke, 2017)

研究背景|面临挑战<4>多尺度下地表热岛驱动机制贡献存在争论

然而，近年来陆续有研究发现，气候/气象条件或城市发展强度对地表热岛时空演变贡献更大。

地表属性

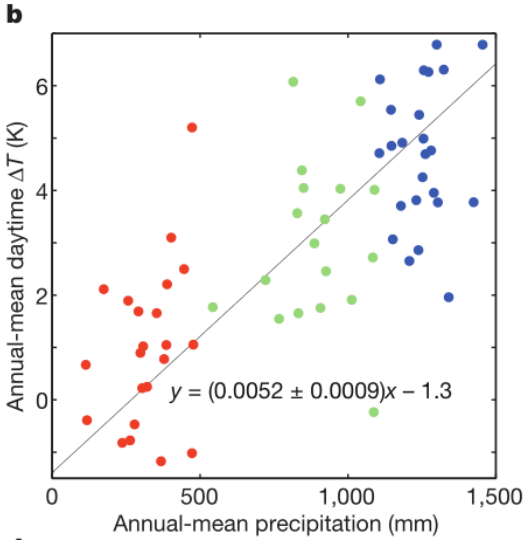
地表覆盖类型（如植被覆盖、不透水面积等）和城市形态（如景观斑块的大小、形状等）

气候或气象条件

如风速、累计降雨量、背景温度、气溶胶光学厚度、相对湿度等

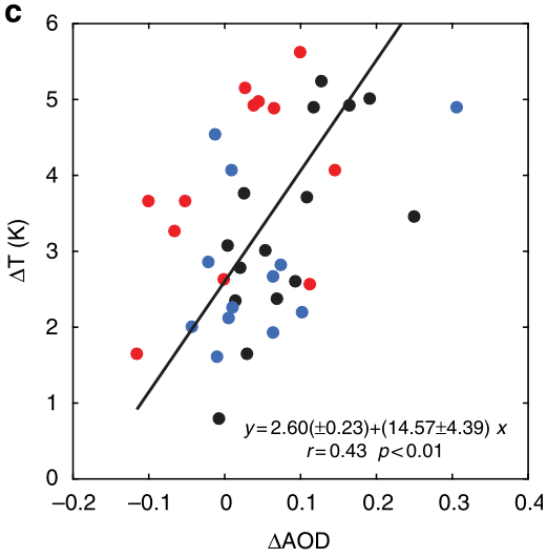
城市发展强度

如城市大小、人口密度、城区面积、能源消耗量等



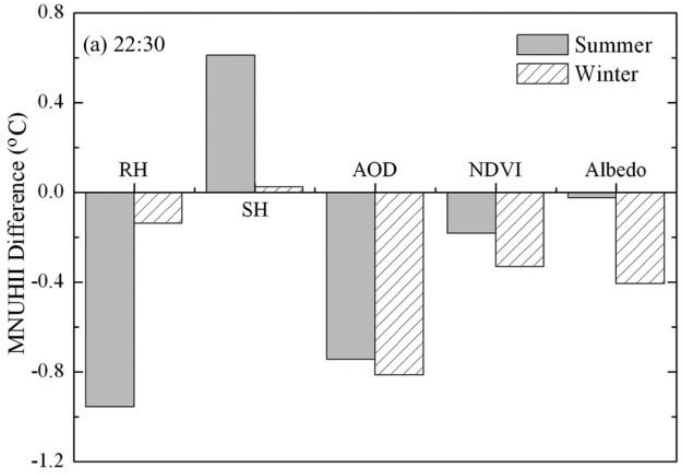
降雨 vs. 地表热岛

(Zhao et al., 2014)



AOD vs. 地表热岛

(Cao et al., 2016)



其余气候（气象）因子

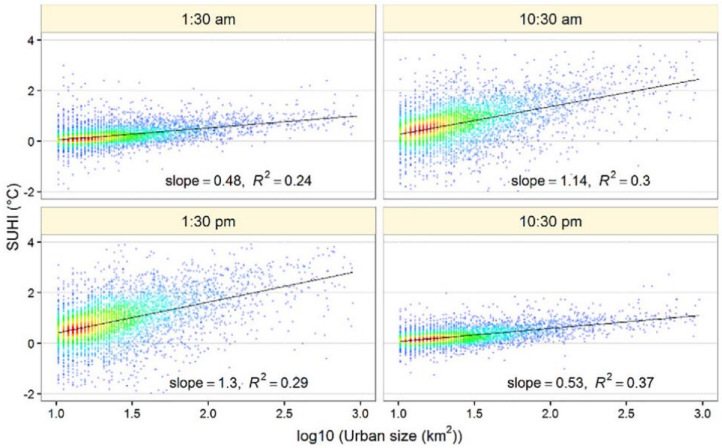
(Zhou et al., 2011)

研究背景|面临挑战<4>多尺度下地表热岛驱动机制贡献存在争论

然而，近年来陆续有研究发现，气候/气象条件或**城市发展强度**对地表热岛时空演变贡献更大。

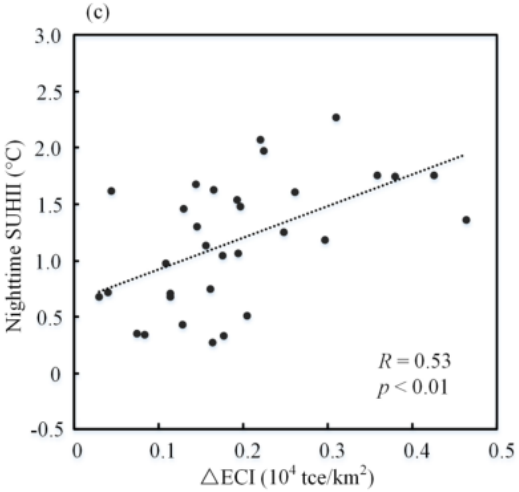
地表属性	气候或气象条件	城市发展强度
地表覆盖类型（如植被覆盖、不透水面积等）和城市形态（如景观斑块的大小、形状等）	如风速、累计降雨量、背景温度、气溶胶光学厚度、相对湿度等	如城市大小、人口密度、城区面积、能源消耗量等

Hotter in bigger cities!



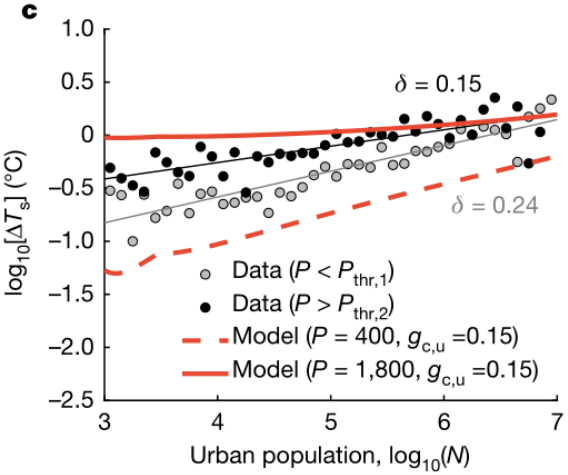
城市面积 vs. 地表热岛

(Li et al., 2017)



能源消耗量 vs. 地表热岛

(Liao et al., 2017)



人口 vs. 地表热岛

(Monoli et al., 2019)

研究背景|面临挑战<4>多尺度下地表热岛驱动机制贡献存在争论

不同研究对于地表热岛各驱动机制的相对贡献存在争论！

	related studies-daytime	related studies-nighttime
A	Zhao et al., 2014	Cao et al., 2016
B	Li et al., 2017; Zhou et al., 2016	Zhao et al., 2014; Li et al., 2017; Liao et al., 2017
A+B+C	Du et al., 2016; Huang et al., 2017; Zhou et al., 2014	Du et al., 2016; Huang et al., 2017; Zhou et al., 2014

研究目的：通过研究尺度效应及采样方法对基于统计的地表热岛驱动机制研究的影响，以证明过去研究中关于各驱动机制相对贡献的争论实则是由于他们所关注的时间、空间尺度的不同或由于他们使用了不同的采样标准来选取归因分析样本导致的。

本研究有望促进对地表热岛时空演变机理的准确认知。

A: 气候（或气象）条件;　B: 城市发展强度;　C: 地表属性

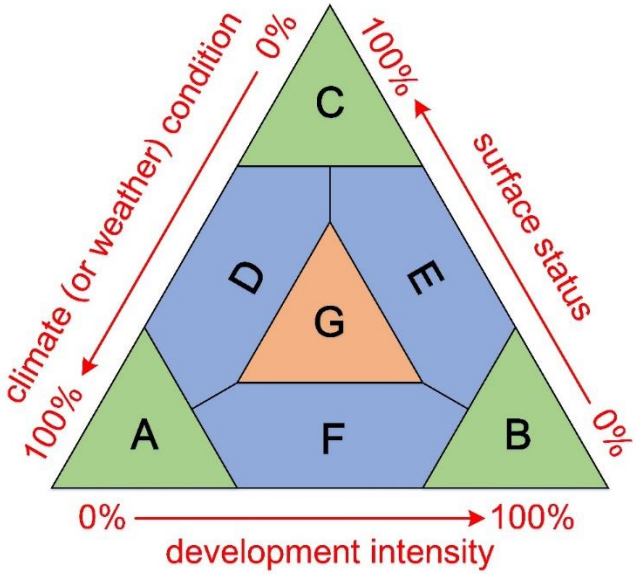
<研究4> 研究方法|解释因子选择

Type	Variable	Description	Data source
地表属性	ΔEVI	Urban-rural contrast in EVI	MODIS
	ΔALB	Urban-rural contrast in albedo	MODIS
气候或气象条件	TWV	Total column water vapor	ERA-Interim
	WDS	Horizontal wind speed at 10 m	ERA-Interim
	SAT	Surface air temperature	ERA-Interim
	PREP	Accumulated precipitation	ERA-Interim
城市发展强度	UA	Urban area	Calculation
	POP	Population	LandScan™

使用回归树算法模拟地表热岛强度，并计算各个因子对热岛的相对贡献

<研究4> 研究方法|结果展示

使用三角形图展示相对贡献结果：三角形的不同区域代表地表热岛三类解释因子的不同重要性排序。



Dominant SUHI controls represented in each part of the triangle

A: climate (or weather) condition

B: development intensity

C: surface status

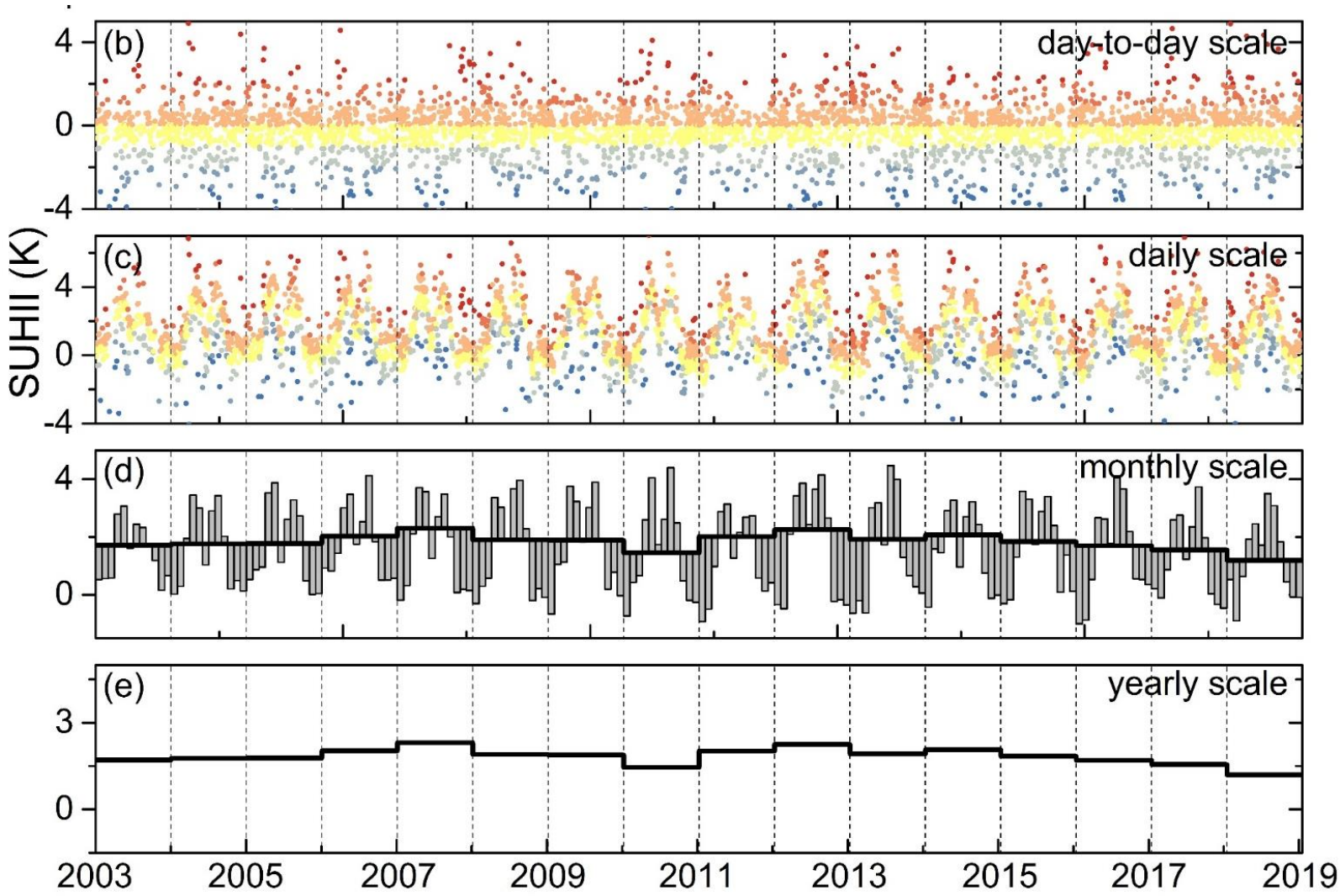
D: climate (or weather) condition & surface status

E: surface status & development intensity

F: climate (or weather) condition & development intensity

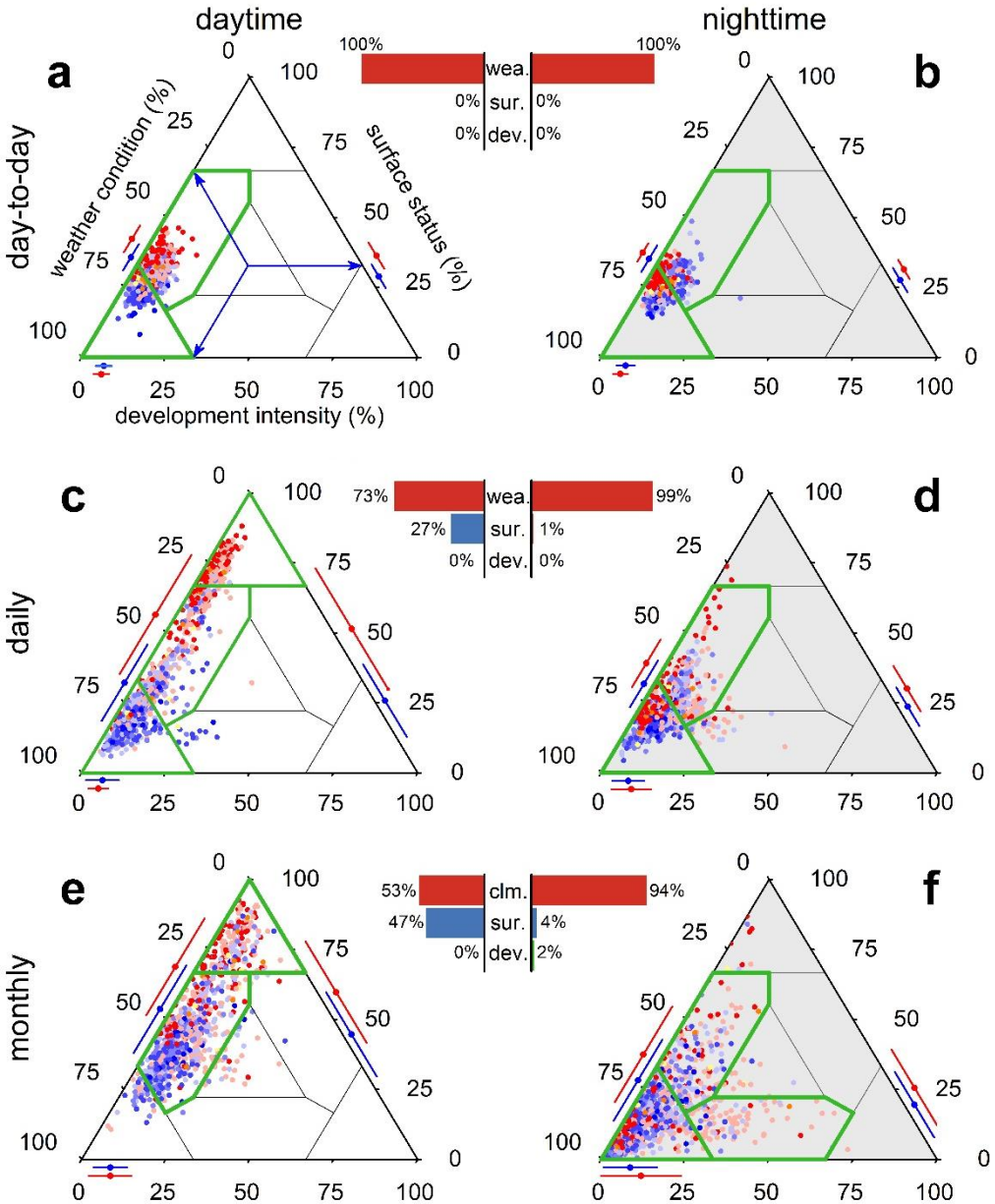
G: climate (or weather) condition & development intensity & surface status

<研究4> 研究结果|时间尺度对地表热岛因子贡献的影响



将地表热岛强度变化分离到不同时间尺度：日间尺度、逐日尺度、月份尺度、年际尺度；分别开展归因分析并计算各类解释因子相对贡献

<研究4> 研究结果|时间尺度对地表热岛因子贡献的影响



日间尺度：

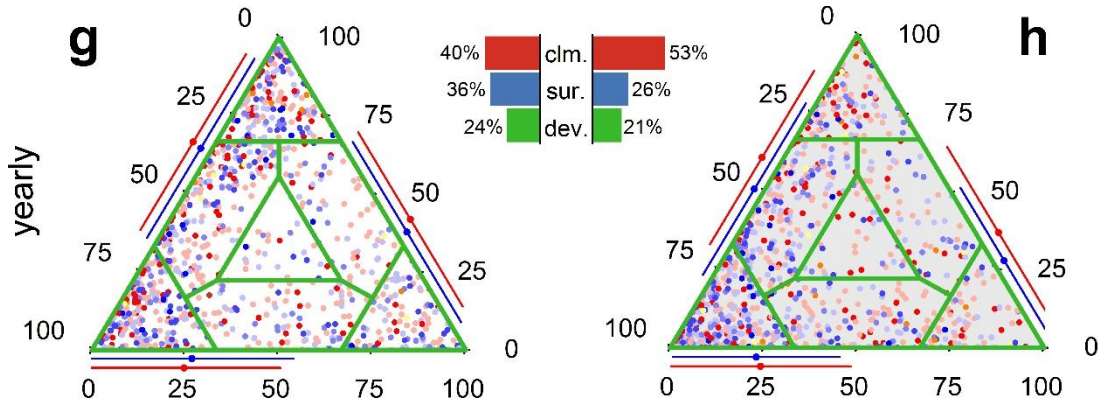
在几乎所有的中国城市中，气象因子贡献最大（55% 至 75%），其次为地表属性（20% 至 35%）和城市发展强度（小于10%）

逐日和月尺度：

夜间，气候及气象因子仍然是地表热岛的最主要驱动要素

而白天，地表属性对地表热岛的作用也很显著，甚至在北方气候区城市（红色点）中，地表属性的贡献会超过气候及气象因子。

<研究4> 研究结果|时间尺度对地表热岛因子贡献的影响



年际尺度：

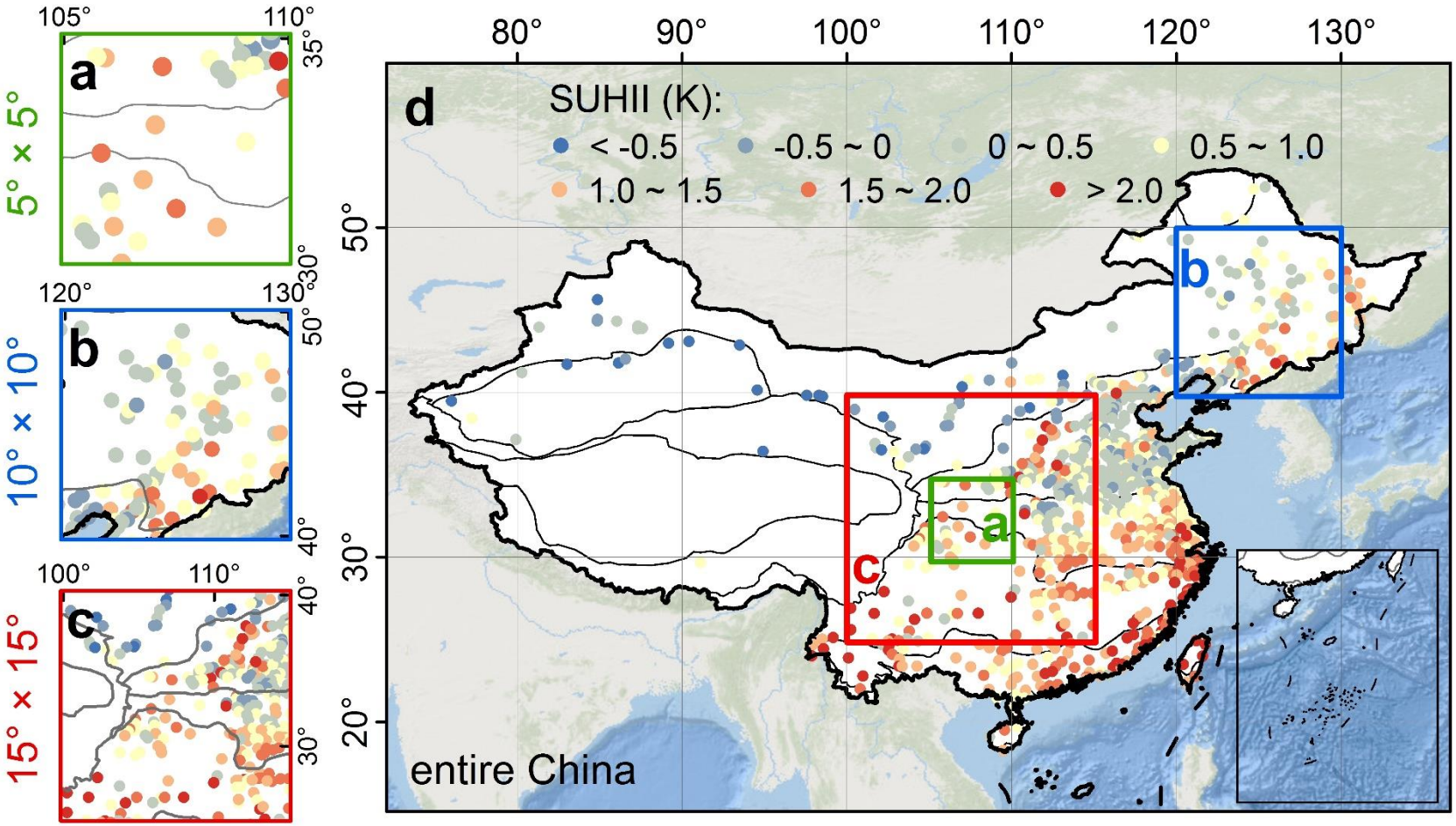
三类驱动要素对地表热岛贡献度排序因城市而异，且无明显规律

		时间尺度	气候或气象条件	地表属性	城市发展强度
夜间	年际		√	√	√
	日间		√		
	逐日		√		
	逐月		√	√	√
	年际		√	√	√

随时间尺度的增长，气候或气象条件的贡献逐渐减弱，而地表属性和城市发展强度的贡献逐渐增强

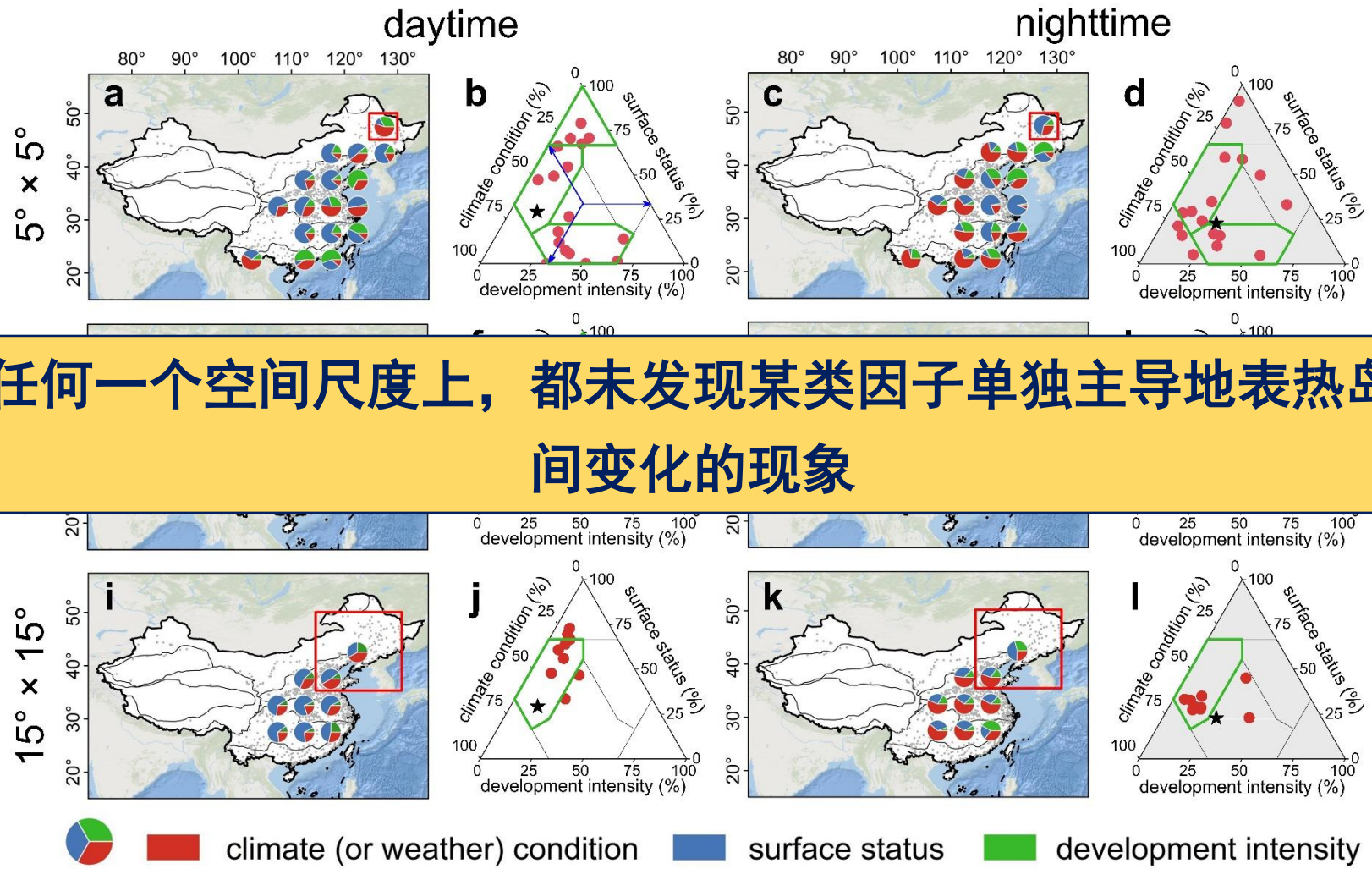
日间 （气象因子）➜ 逐日/逐月 （气象或气象因子、地表属性） ➜ 年际（三类因子共同作用）

<研究4> 研究结果|空间尺度对地表热岛因子贡献的影响



使用不同大小的移动窗口：5×5°, 10×10°, 15×15°, entire China，对窗口内地表热岛的空间变化开展归因分析并计算各类解释因子相对贡献

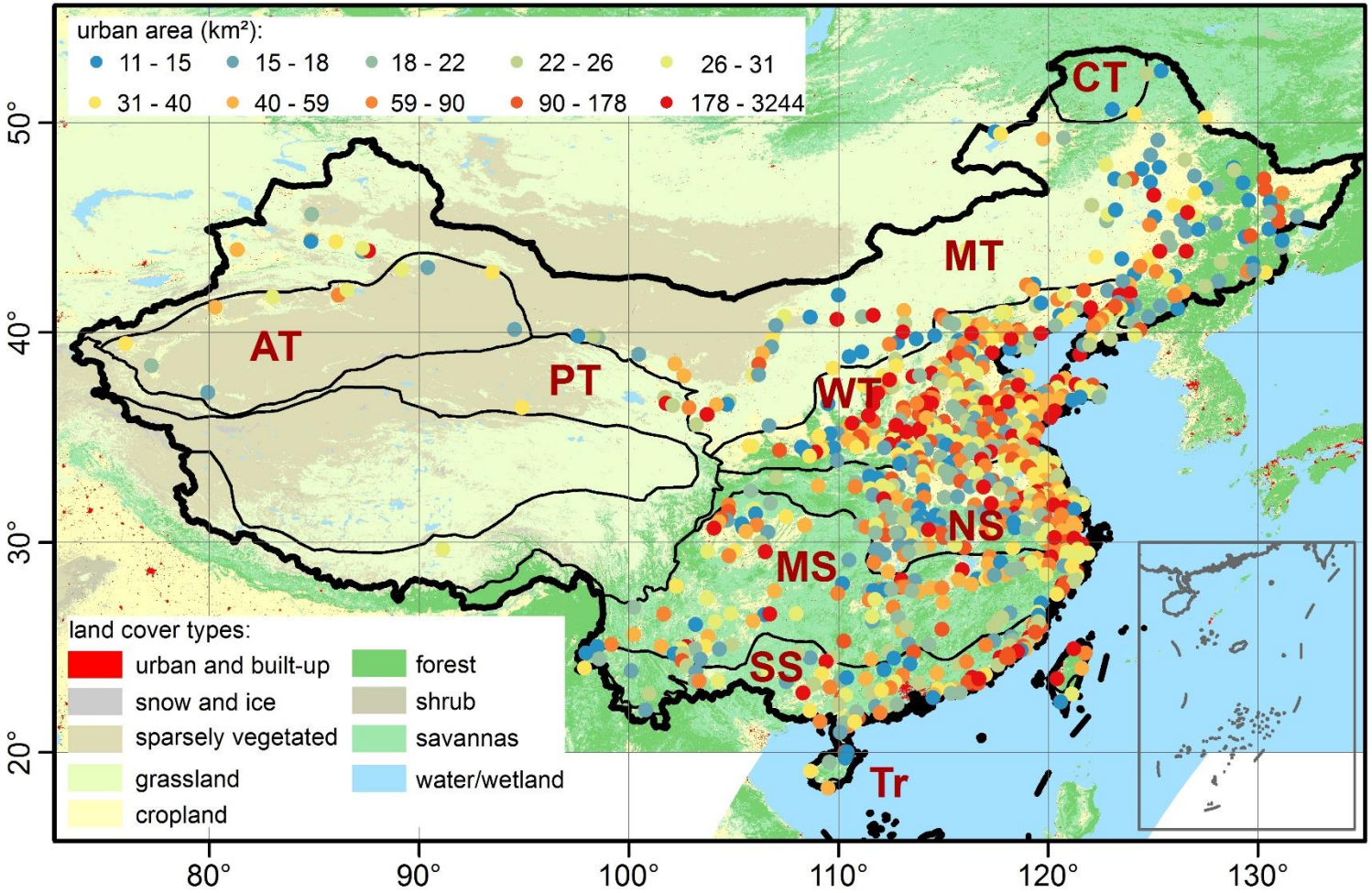
<研究4> 研究结果|空间尺度对地表热岛因子贡献的影响



在任何一个空间尺度上，都未发现某类因子单独主导地表热岛空间变化的现象

在不同空间尺度上，三类驱动要素对地表热岛空间变化的贡献度较为接近，且无明显规律。在全国尺度上，气候因子的贡献大于地表属性和城市发展强度的贡献

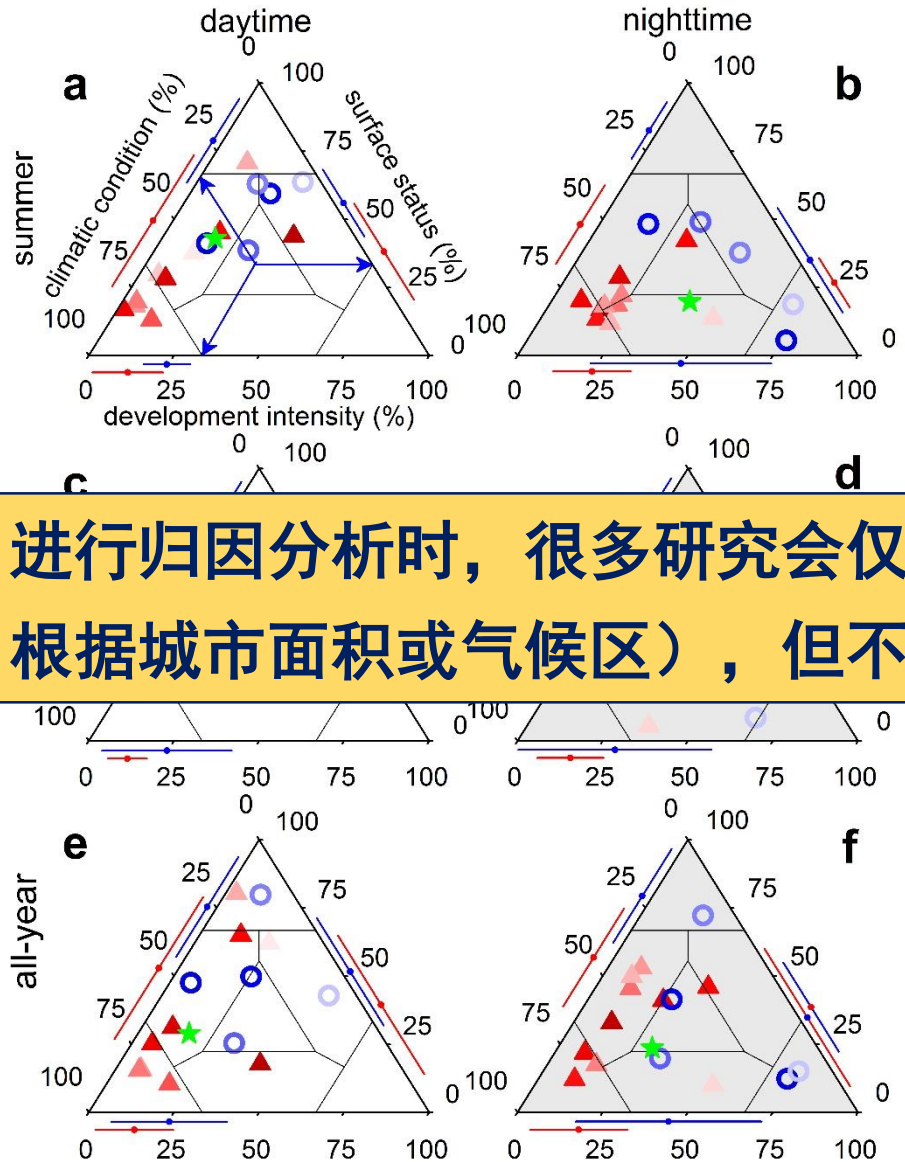
<研究4> 研究结果|采样方法对地表热岛因子贡献的影响

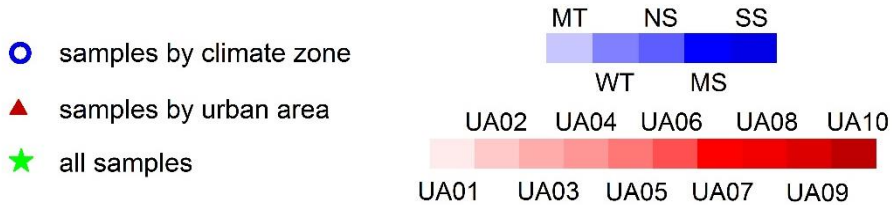


采用不同采样方法，对热岛空间变化进行归因分析并计算各类解释因子相对贡献

- 空间采样：a. 根据城区面积　　b. 根据所在气候区
- 时间采样：a. 夏季热岛　　b. 冬季热岛　　c. 全年热岛

<研究4> 研究结果|采样方法对地表热岛因子贡献的影响





归因分析中城市样本点的选择标准会影响因子贡献度的计算：

进行归因分析时，很多研究会仅关注大城市或某个区域城市（即根据城市面积或气候区），但不同的选择标准可能会引起问题！

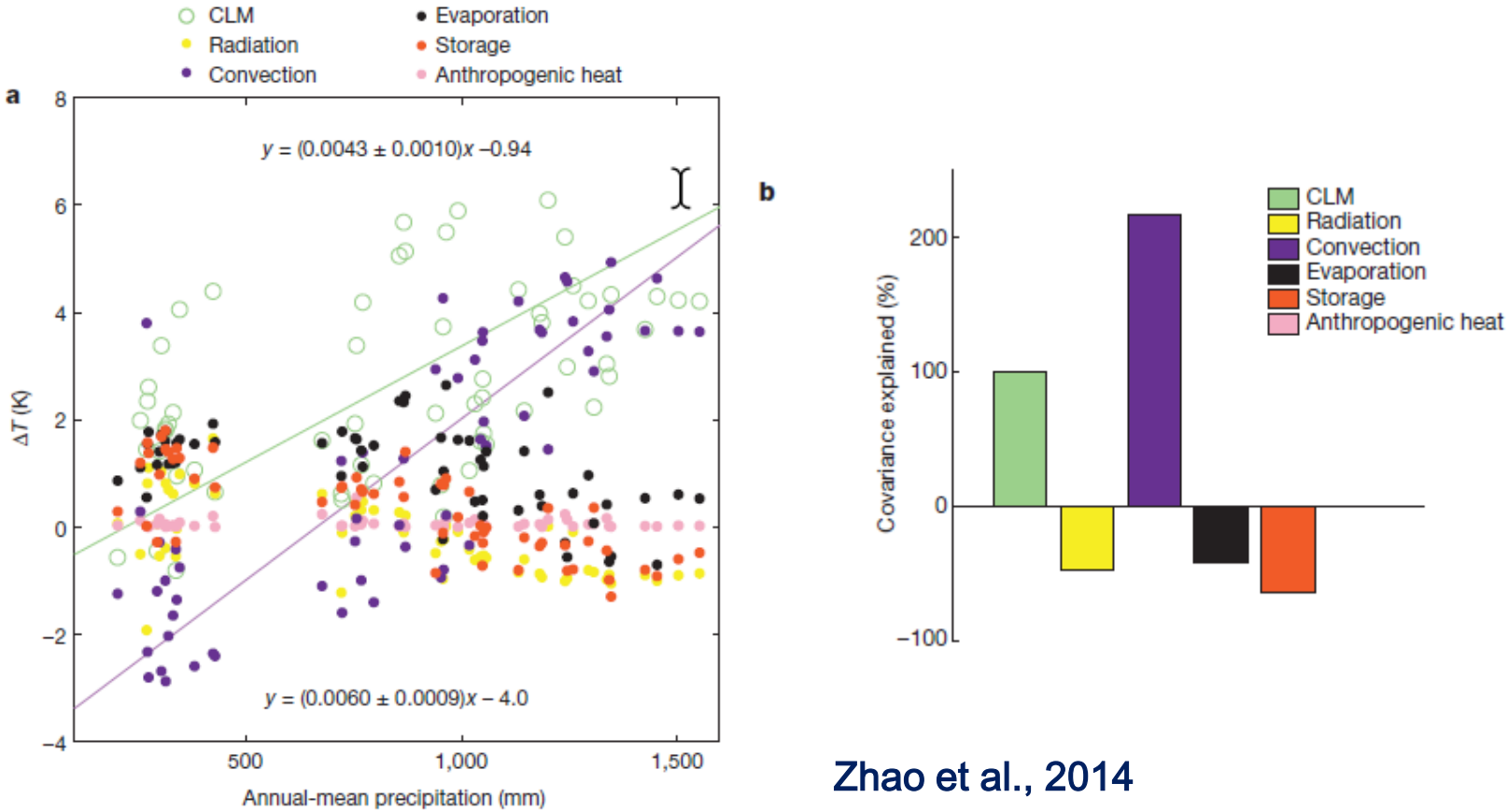
小于另两类因子的贡献度

✓ 以城区面积为标准选择城市样本时（图中实心三角形），城市发展强度的贡献度显著小于另两类因子的贡献度

UA01 to UA10 代表城区面积（由小到大）; SS, MS, NS, WT, MT为不同气候区

<研究4> 研究的不足

✓ 本文使用基于统计的归因分析获取各驱动要素对地表热岛的相对贡献，部分研究结果仅具有统计学意义。要对地表热岛驱动机制进行深入的分析与理解，仍需要在相关分析结果基础上，结合物理模型，从辐射传输及能量平衡的角度探讨各个驱动要素是如何影响地表热岛形成与演变规律的。



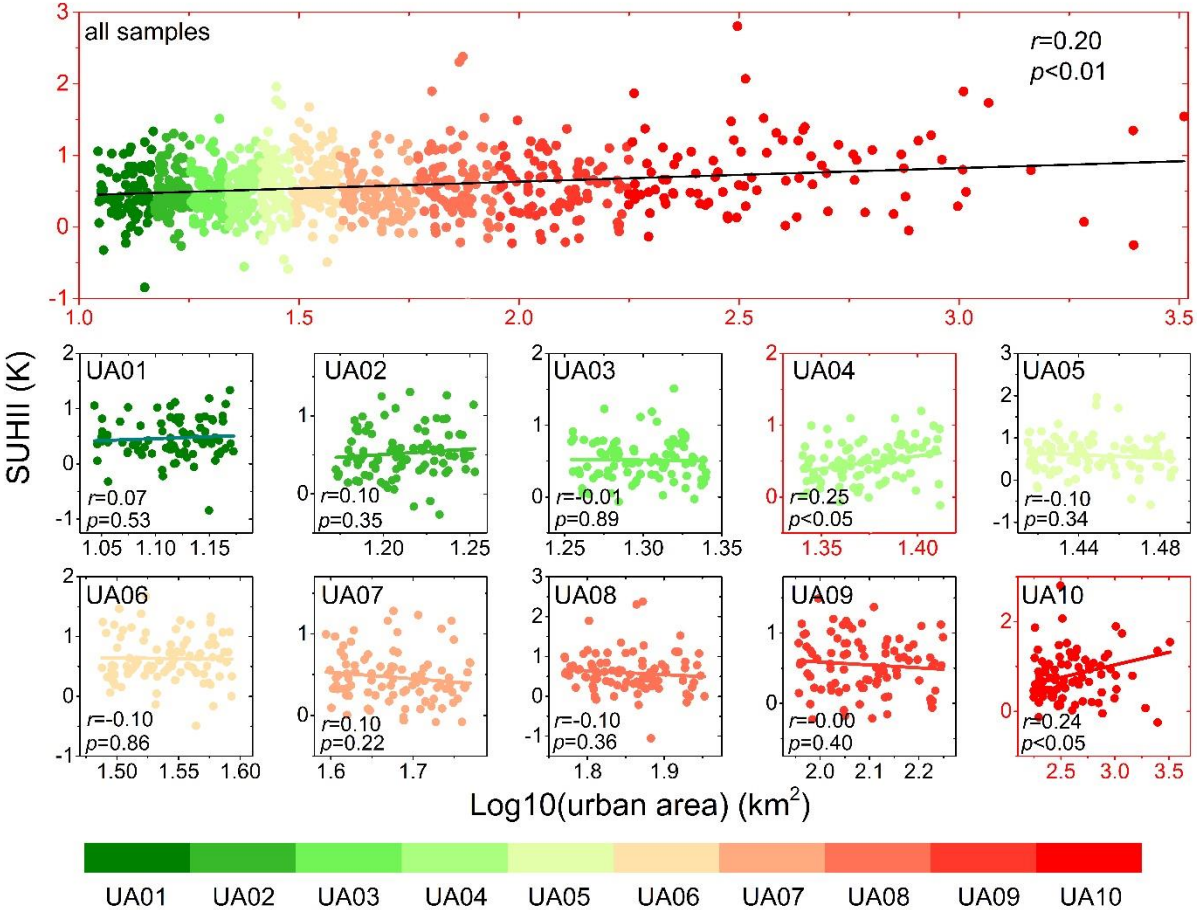
Zhao et al., 2014

<研究4> 研究意义

本研究通过分析尺度效应及采样方法对地表热岛驱动机制研究的影响，调和了过去研究中关于地表热岛驱动机制相对贡献不同的争论。为相关研究提出以下建议：

- 使用统计方法进行地表热岛驱动机制研究时，需要谨慎选择研究样本

One should always be cautious while selecting samples for investigating the SUHI controls.



- ✓ 选取不同城市样本点时，所识别出的城区面积和热岛的关系不同。
- ✓ 这或许可以解释‘部分研究发现城区面积与热岛高度相关；而部分研究并未发现统计关系’

<研究4> 研究意义

本研究通过分析尺度效应及采样方法对地表热岛驱动机制研究的影响，调和了过去研究中关于地表热岛驱动机制相对贡献不同的争论。为相关研究提出以下建议：

- 在对地表热岛进行归因分析时，需要特别强调所得结论适用的尺度；此外，分析或对比不同研究中得到的地表热岛驱动机制相关结论时，需特别注意尺度及采样方法

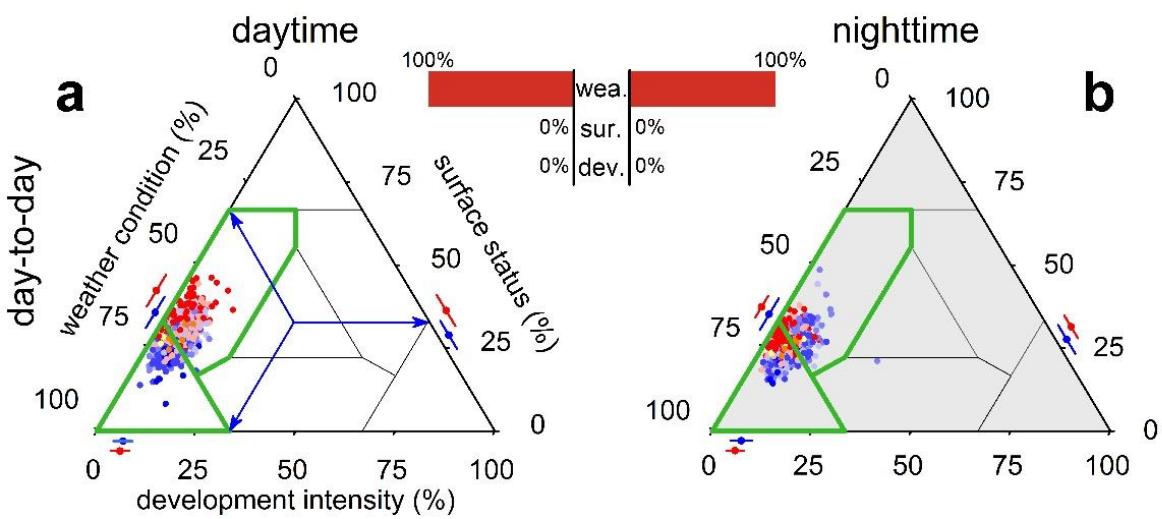
  Conclusions on the SUHI controls should be interpreted in context of the specific scales and samples.

<研究4> 研究意义

本研究通过分析尺度效应及采样方法对地表热岛驱动机制研究的影响，调和了过去研究中关于地表热岛驱动机制相对贡献不同的争论。为相关研究提出以下建议：

- 尽管在特定尺度（或特定采样方式下）地表热岛仅被少数驱动因子主导（如日间尺度受气象条件主导），但多时空尺度下地表热岛的演变始终受到多个因子的共同作用。因此，对地表热岛进行机理研究是需要同时考虑多类因子。

  A comprehensive investigation on the SUHI controls should involve various variables belonging to all the three main types of SUHI factors.



地表热岛日间尺度变化主要仅受气象条件主导

研究成果

<研究1> **Lai, J.**, Zhan, W.*, Voogt, J., Quan, J., Huang, F., Zhou, J., Bechtel, B., Hu, L., Wang, K., Cao, C., and Lee, X. Meteorological controls on daily variations of nighttime surface urban heat islands. *Remote Sensing of Environment*, 253, 112198.

<研究2> **Lai, J.**, Zhan, W.*, Huang, F., Voogt, J., Bechtel, B., Allen, M., Peng, S., Hong, F., Liu, Y., and Du, P.*, 2018. Identification of typical diurnal patterns for clear-sky climatology of surface urban heat islands. *Remote Sensing of Environment*, 217, 203-220.

<研究3> **Lai, J.**, Zhan, W.*, Quan, J., Bechtel, B., Wang, K., Zhou, J., Huang, F., Chakraborty, T., Liu, Z., and Lee, X. Statistical simulation of next-day nighttime surface urban heat islands. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 169, 44-56.

<研究4> **Lai, J.**, Zhan, W.*, Quan, J., Liu, Z., Li, L., Huang, F., Hong, F., Liao, W., Reconciling Debates on Controls of Surface Urban Heat Island: The Effect of Scale and Sampling. [Submitted to *Geophysical Research Letters*]

谢谢大家！

敬请各位老师同学批评指正

Contact: njuljm@foxmail.com