

城市热岛变化定量监测预测与调控技术研究

汇报人：张硕

日期：2017年4月28日

内容

研究内容与方法

热岛变化规律分析

地表覆盖与热岛强度的关系分析

热岛预测与人工调控建议

1. 城市地表热岛计算

——热岛强度与热岛比例指数

研究区域：济南市域

数据：（1）济南1994-2002年NOAA LST产品

（2）济南2003-2014年MODIS LST产品

表1 热岛强度等级划分

➤热岛强度

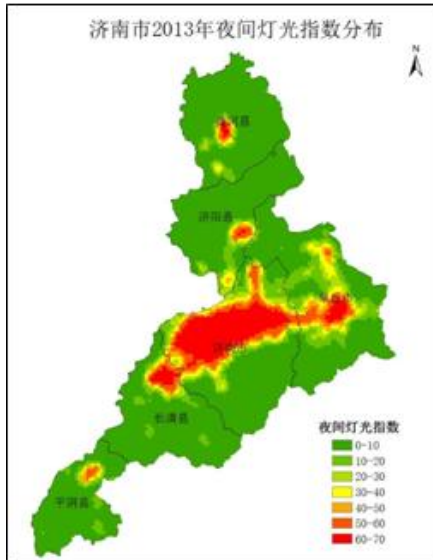
$$UHII_i = T_i - \frac{1}{n} \sum T_{crop}$$

类	范围（日）	范围（月、季、年）	热岛强度分级
1	≤-7.0	≤-5.0	强冷岛
2	-7.0~-5.0	-5.0~-3.0	较强冷岛
3	-5.0~-3.0	-3.0~-1.0	弱冷岛
4	-3.0~3.0	-1.0~1.0	无热岛
5	3.0~5.0	1.0~3.0	弱热岛
6	5.0~7.0	3.0~5.0	较强热岛
7	>7.0	>5.0	强热岛

➤热岛比例指数

$$UHPI = \frac{1}{100m} \sum_i^n w_i p_i$$

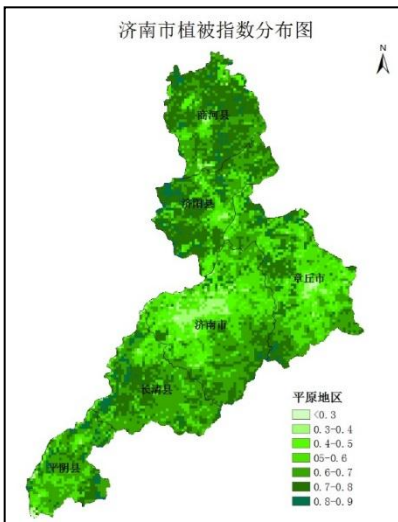
2. 郊区农田背景的选择



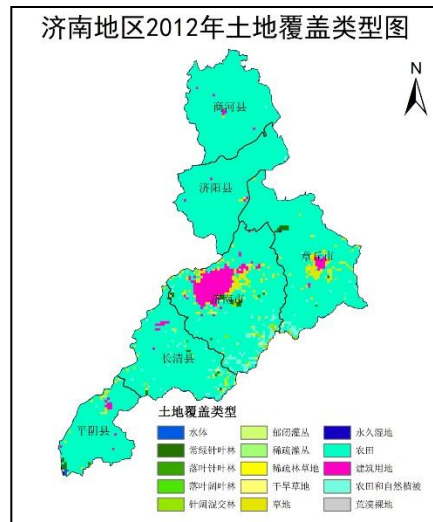
夜间灯光指数



平原



植被指数

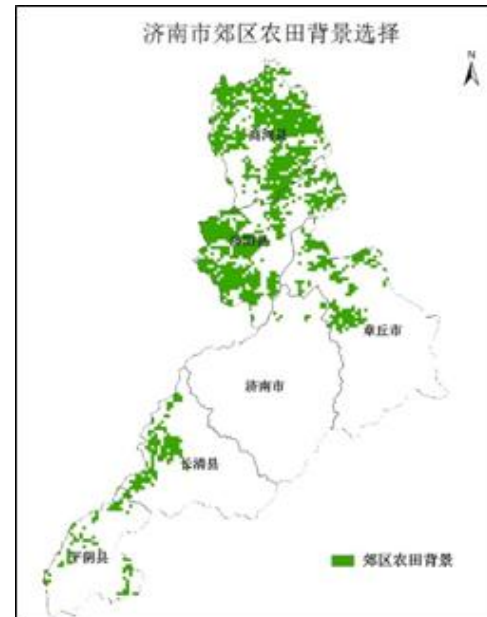


土地覆盖类型

► 郊区农田背景选取方法:

- (1) 平原 $\leq 70m$
- (2) 土地类型: 农田;
- (3) 夜间灯光指数 ≤ 15 ;
- (4) 植被指数 ≥ 0.7 ;

农田背景

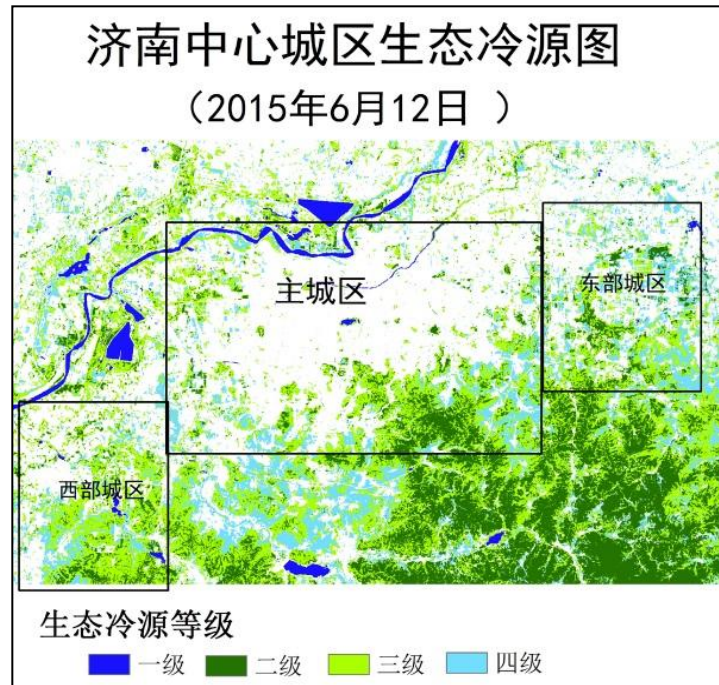
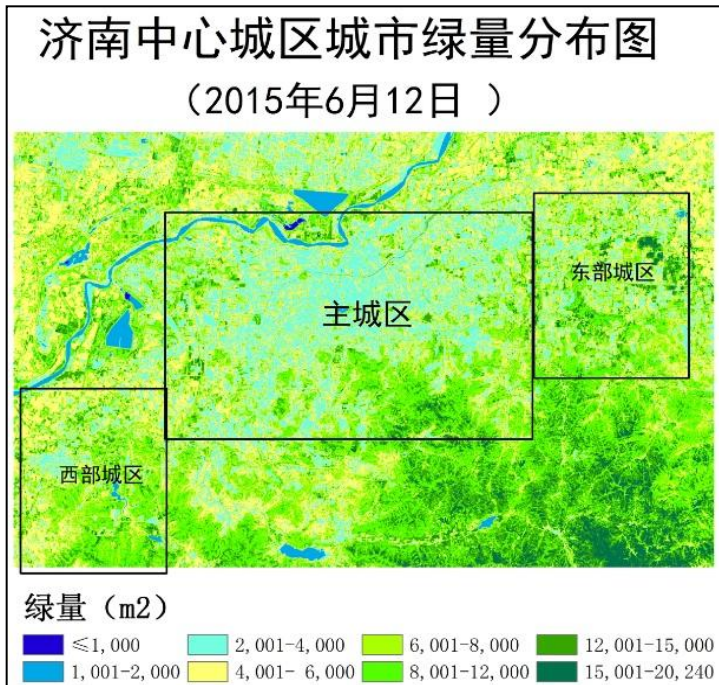


3. 生态冷源的识别与划分

生态冷源定义为能产生新鲜冷空气的植被区域和流动水体，对缓解城市热环境具有重要价值。大多数研究表明：城市陆地表面温度具有**水体<林地<农田<草地<裸地<城镇**的规律。因此，在这里，把水体、林地和农田定义为城市生态冷源，并且把城市绿地里的林地灌木视为冷源，而把绿地里的草地（如高尔夫球场）不作为冷源。同时考虑各林地和农田的绿量大小进行城市生态冷源等级的划分：

$$S = 1 / (1 / 30000 + 0.0002 \times 0.03^{NDVI})$$

冷源类型	一级	二级	三级	四级
土地利用类型	水体	林地	林地或农田等绿地	其它植被
绿量 (m ²)	——	≥20,000	林地：16,000-20,000 绿地：≥18,000	≥12,000
含义	强冷源	较强冷源	一般冷源	弱冷源



济南中心城区的生态冷源主要分布于南部绿量较大的林地^{区域}以及北部的^水体^{区域}，主城区中由于绿量很小，且水体较少，生态冷源稀少，东部城区及西部城区由于属于新开发区，绿量较多，存在一定面积的冷源，这对减缓热岛有积极作用。

内容

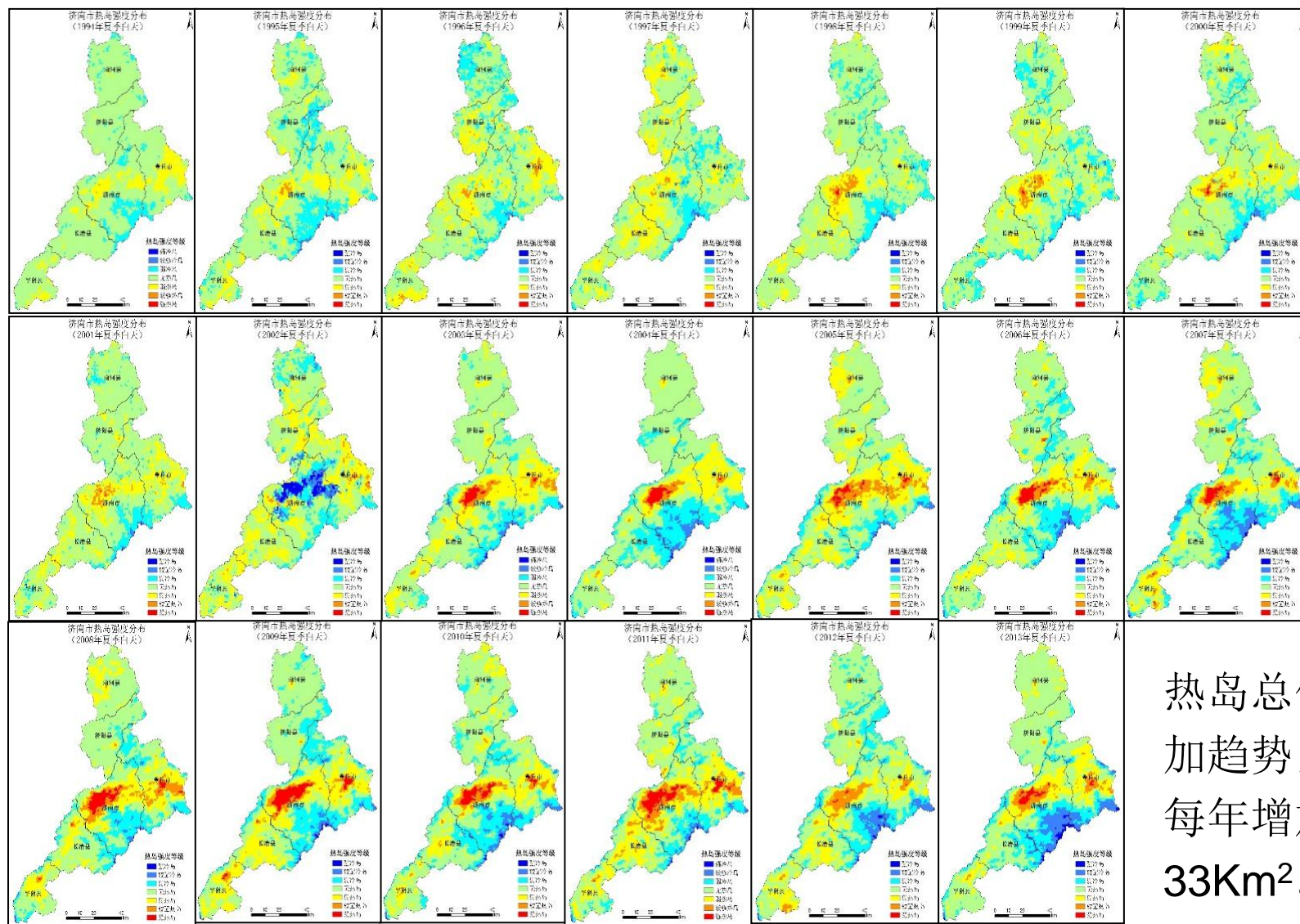
研究内容与方法

热岛变化规律分析

地表覆盖与热岛强度的关系分析

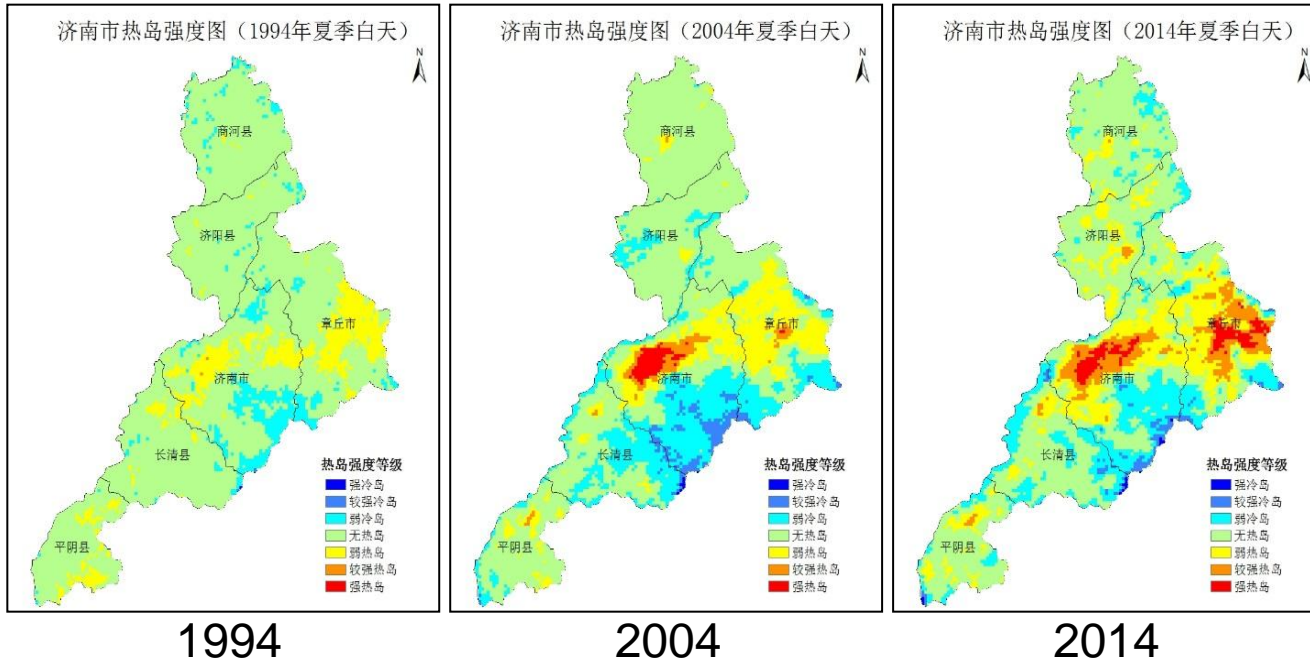
热岛预测与人工调控建议

1. 济南市热岛空间变化特征分析

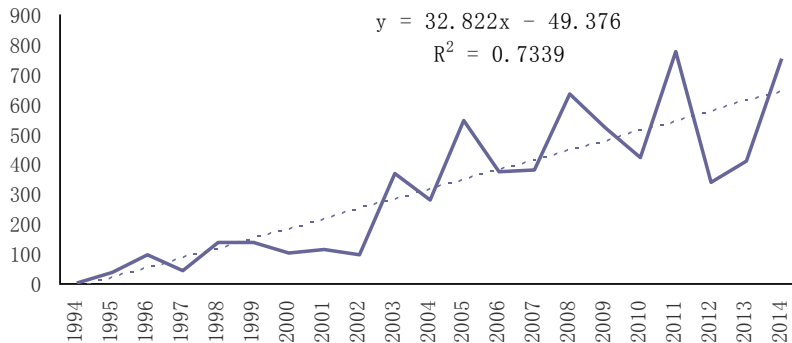


热岛总体呈增加趋势，平均每年增加约 33Km²。

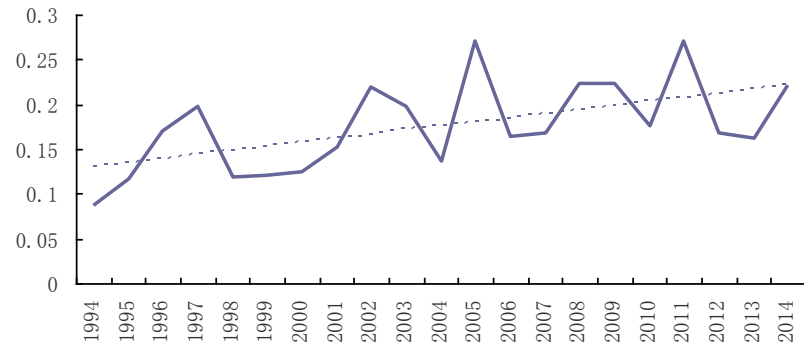
2. 济南市热岛强度及热岛指数变化特征分析



济南市1994-2014年较强以上热岛面积变化



济南市1994-2014年热岛比例指数变化



内容

研究内容与方法

热岛变化规律分析

地表覆盖与热岛强度的关系分析

热岛预测与人工调控建议

- 研究区域：济南中心城区
 - 数据：济南2015年6月12日晴空 Landsat-8影像
 - 土地利用现状——采用最大似然法和目视解译法
 - 不透水盖度
 - 植被覆盖度
 - 地表温度——单通道算法
- V-I-S-W模型和线性混合像元分解法

(1) **V-I-S-W模型**（植被—不透水—土壤—水体模型，Ridd, 1995）：

$$R_i = f_{low}R_{low,i} + f_{high}R_{high,i} + f_{veg}R_{veg,i} + f_{soil}R_{soil,i} + e_i$$

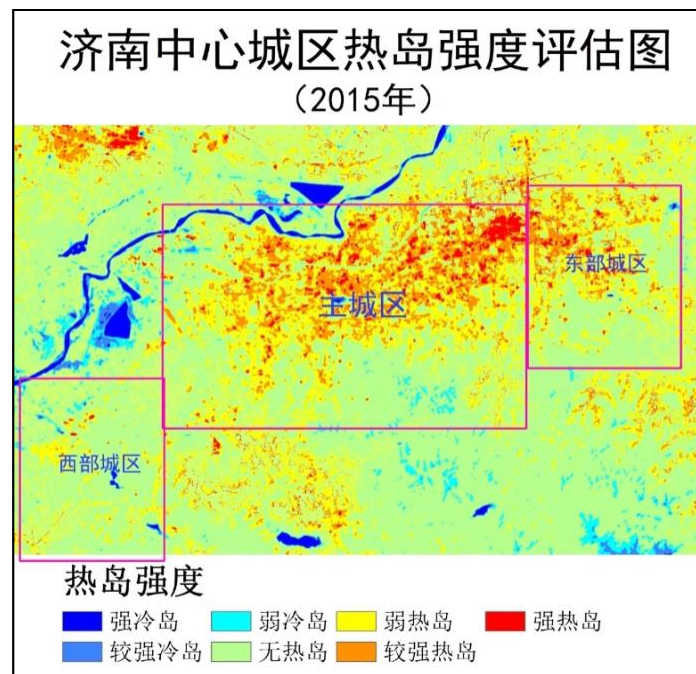
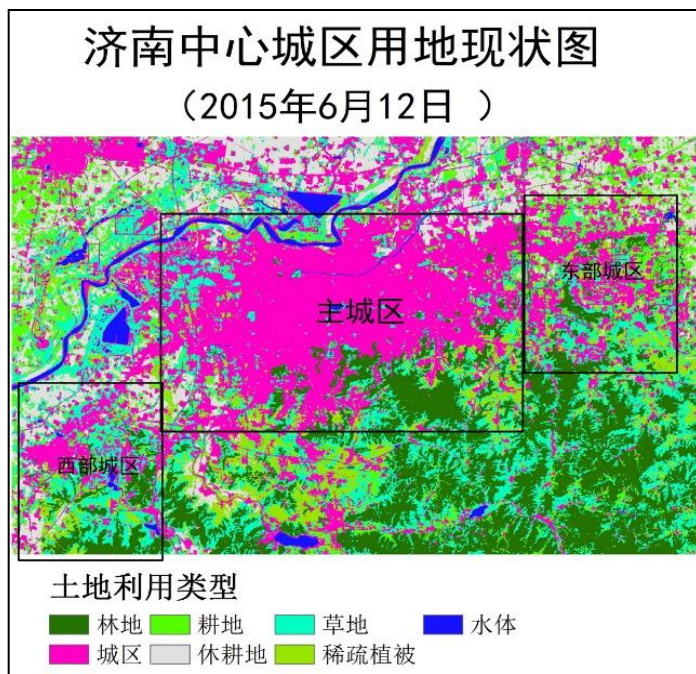
(2) **不透水层**可以通过低反照率端元和高反照率端元所占比例之和来表示（Wu & Murray, 2003）

$$R_{imp,i} = f_{low}R_{low,i} + f_{high}R_{high,i} + e_i$$

(3) **地表温度**采用单通道算法（Jimenez-Munoz and Sobrino, 2003）

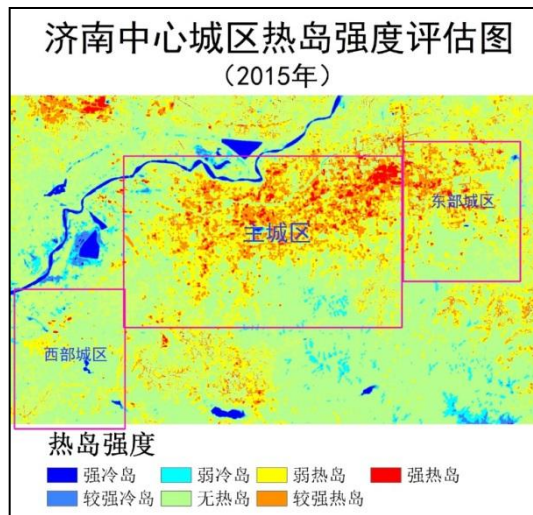
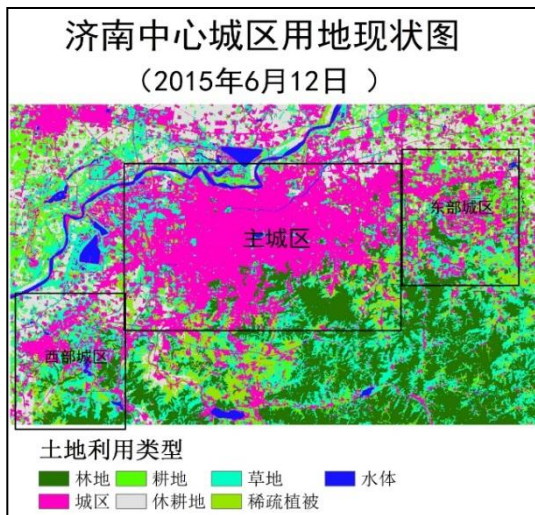
$$T_s = \gamma \cdot [\varepsilon^{-1} \cdot (\psi_1 \cdot L_{sensor} + \psi_2) + \psi_3] + \delta$$

1. 济南市热岛强度与土地利用的关系



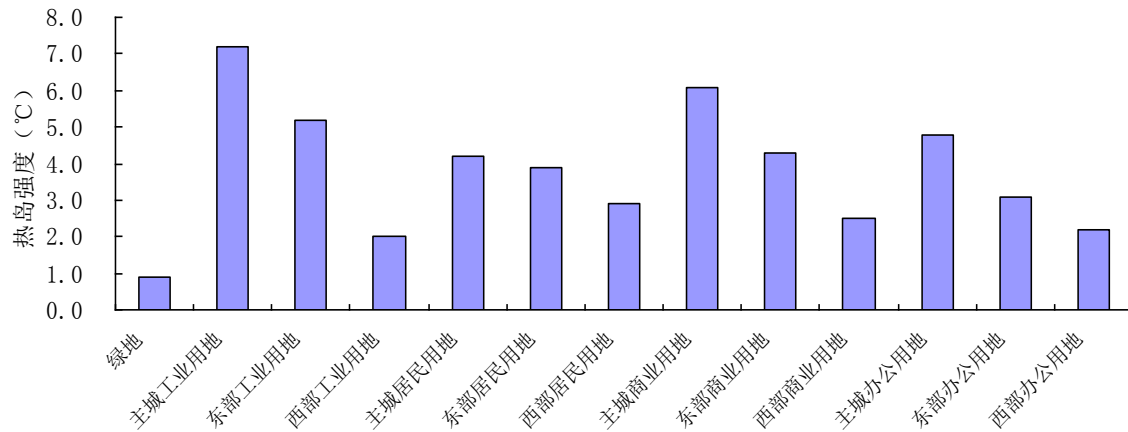
分析：

- (1) 主城区和东部建成区存在较大面积的热岛区域，其中两者结合部位存在大面积强热岛区域。
- (2) 东南部存在较高植被覆盖林地，基本无热岛。
- (3) 水体呈强冷岛。



类型	SUHI/°C
城市绿地	0.9
西部工业用地	2.0
西部办公用地	2.2
西部商业用地	2.5
西部居民用地	2.9
东部办公用地	3.1
东部居民用地	3.9
主城居民用地	4.2
东部商业用地	4.3
主城办公用地	4.8
东部工业用地	5.2
主城商业用地	6.1
主城工业用地	7.2

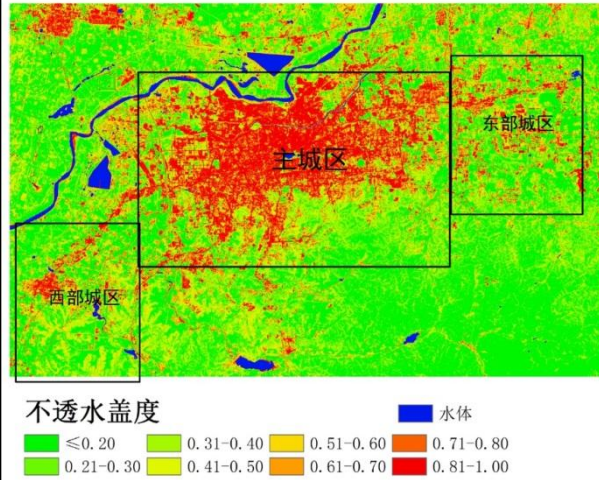
济南城市用地类型与热岛强度关系



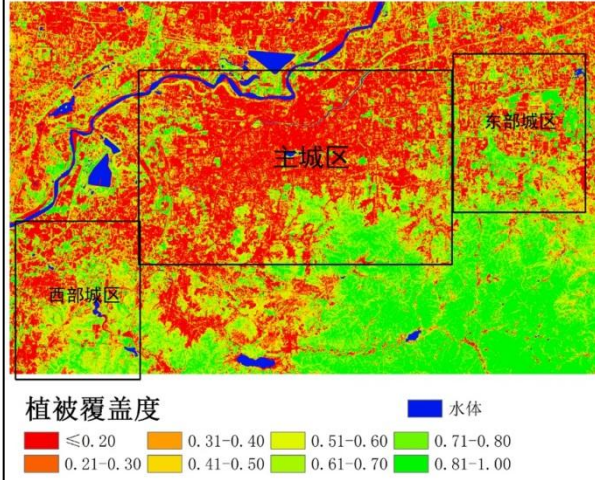
热岛强度排前3位的分别是：主城区工业用地（7.2°C）、主城区商业用地（6.1°C）、东部工业用地（5.2°C），此外，主城区办公用地、东部商业用地和主城区居民用地热岛强度值也在4.0°C以上，而西部热岛强度值明显低于主城区和东部城区，城市绿地基本无热岛。

2. 济南市热岛强度与不透水盖度和植被覆盖度的关系

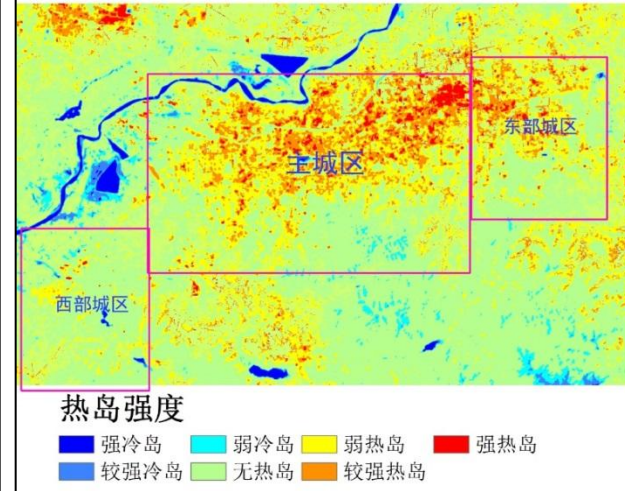
济南中心城区不透水盖度分布图
(2015年6月12日)



济南中心城区植被覆盖度分布图
(2015年6月12日)



济南中心城区热岛强度评估图
(2015年)



由于6月份城镇周边分布着大量的休闲裸地（小麦收割后农田），既属于低植被覆盖区又属于不透水盖度低值区，因此低植被覆盖区面积远大于高不透水盖度面积。不透水盖度高值区主要集中在城镇区域，与热岛强度高值区空间分布状态基本对应，高植被覆盖度地区呈无热岛或弱冷岛。

内容

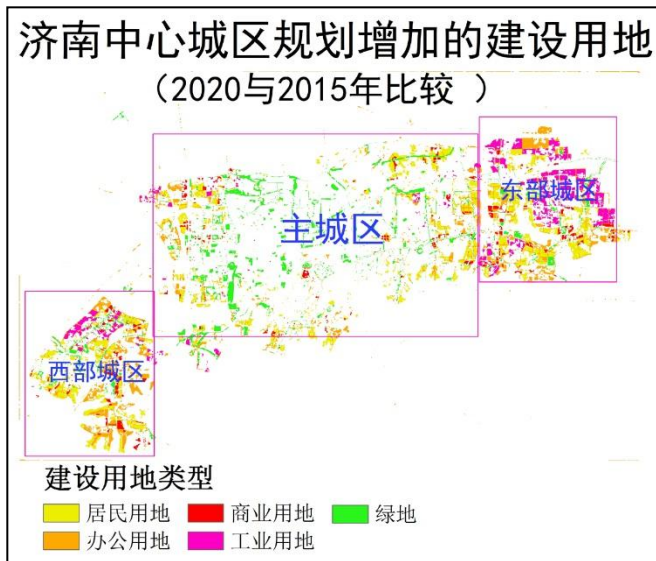
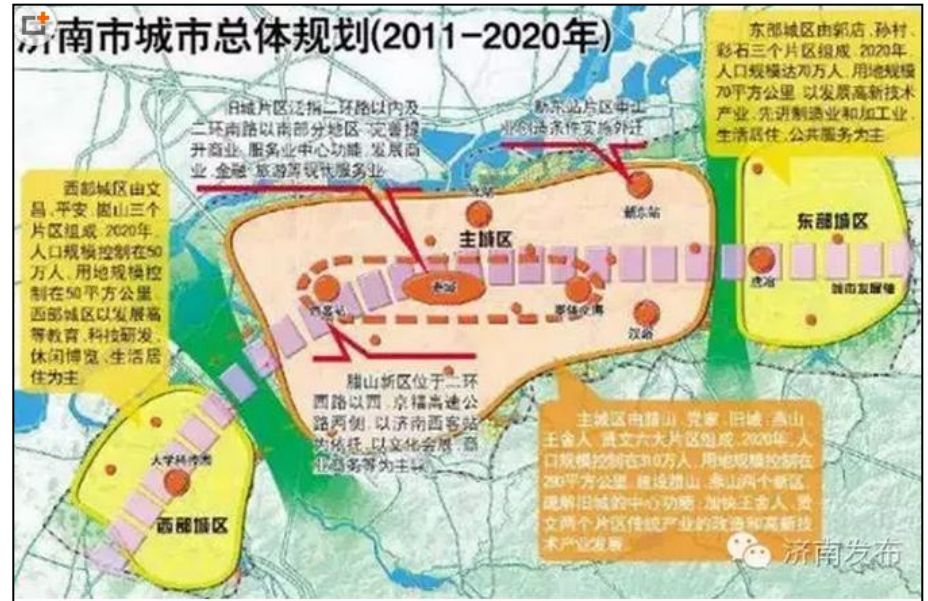
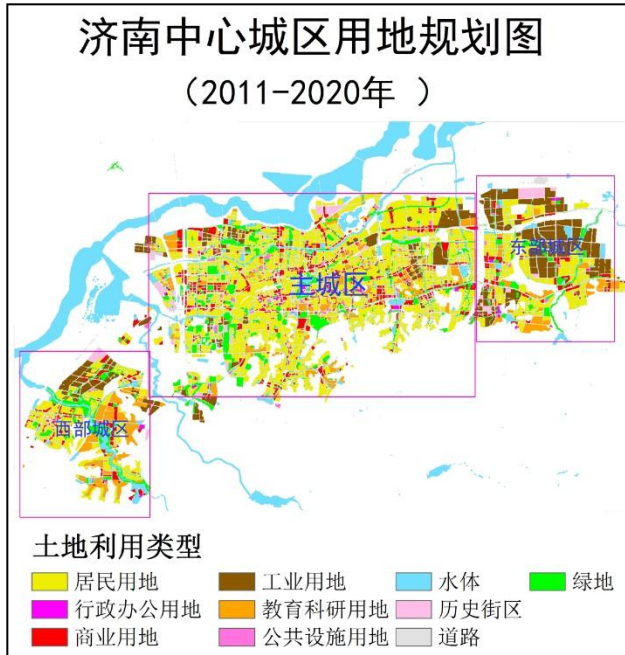
研究内容与方法

热岛变化规律分析

地表覆盖与热岛强度的关系分析

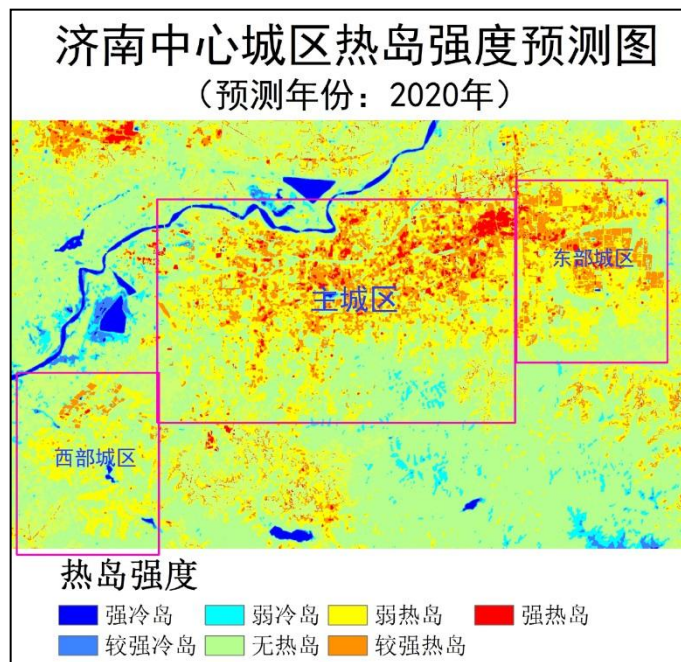
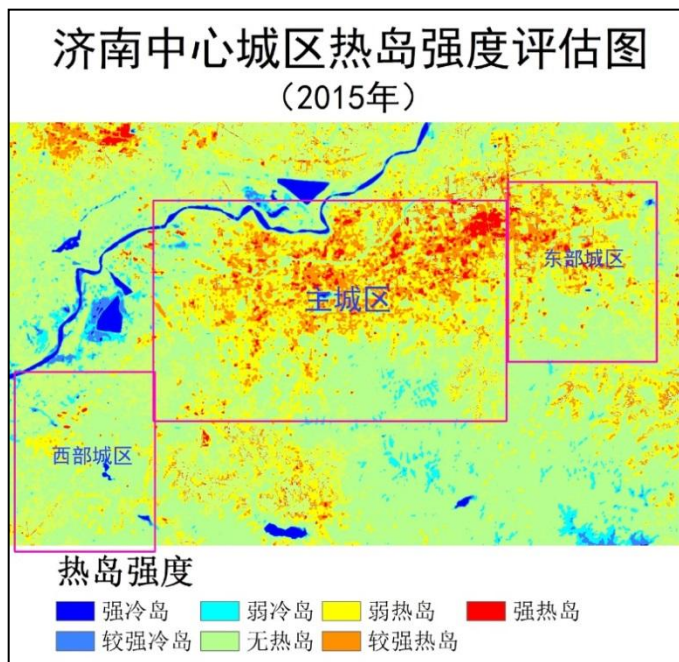
热岛预测与人工调控建议

1. 济南市规划前后用地性质变化



分析：规划后，主城区的绿地面积增加，增加的城市建设用地（居民、办公、商业和工业用地）主要分布于东部城区和西部城区，以及主城区和东西两区相结合的地区。东部城区增加的工业用地和居民用地面积较多，西部城区则多居民用地。

2. 济南市规划前后热岛强度变化



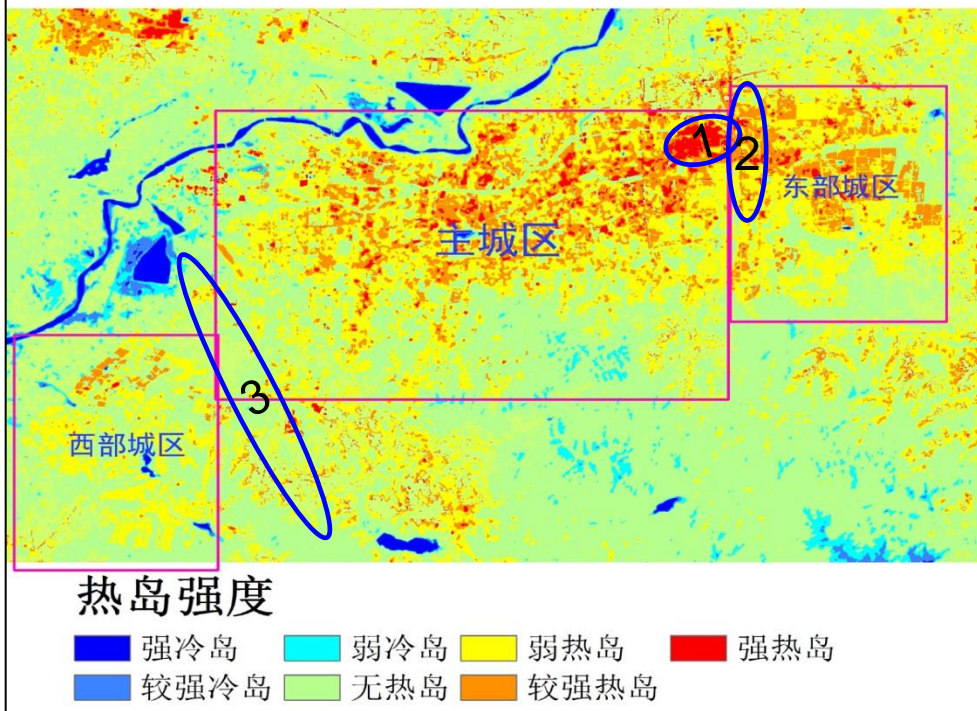
UHPI	主城区	东部新区	西部新区	全市
规划前 (2015)	0.38 (一般)	0.32 (一般)	0.09 (轻微)	0.31 (一般)
规划后 (2020)	0.41 (较重)	0.46 (较重)	0.22 (一般)	0.38 (一般)

分析: 规划后, 主城区热岛强度略有上升, 东部西部新区热岛强度明显上升, 规划后西部新区热岛强度最低 (0.22), 东部新区热岛强度最高 (0.46), 主城区和东部新区热岛强度已达到较重等级, 全市热岛强度略有上升, 仍在可控范围内 (一般等级)。

2. 济南市热岛调控建议

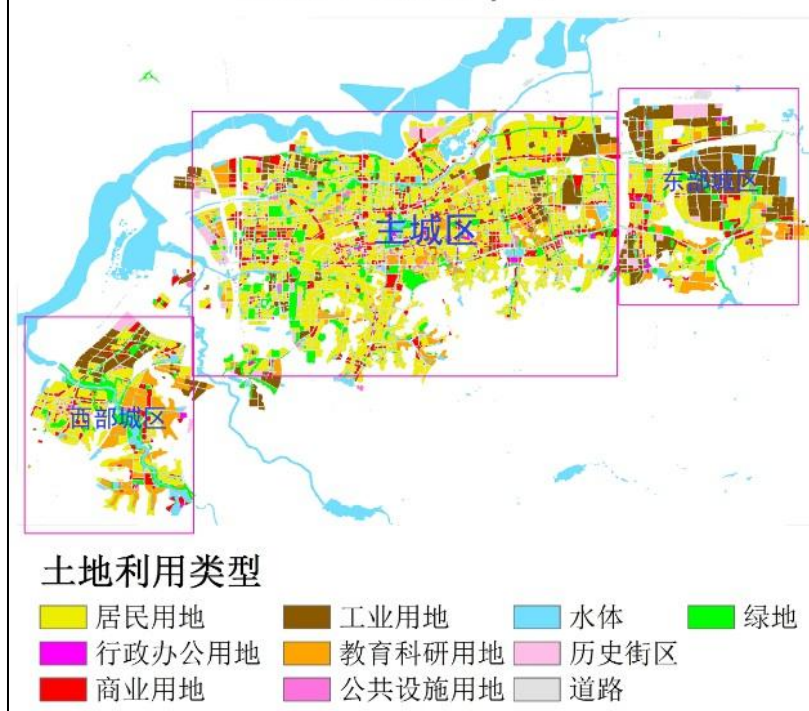
济南中心城区热岛强度预测图

(预测年份：2020年)



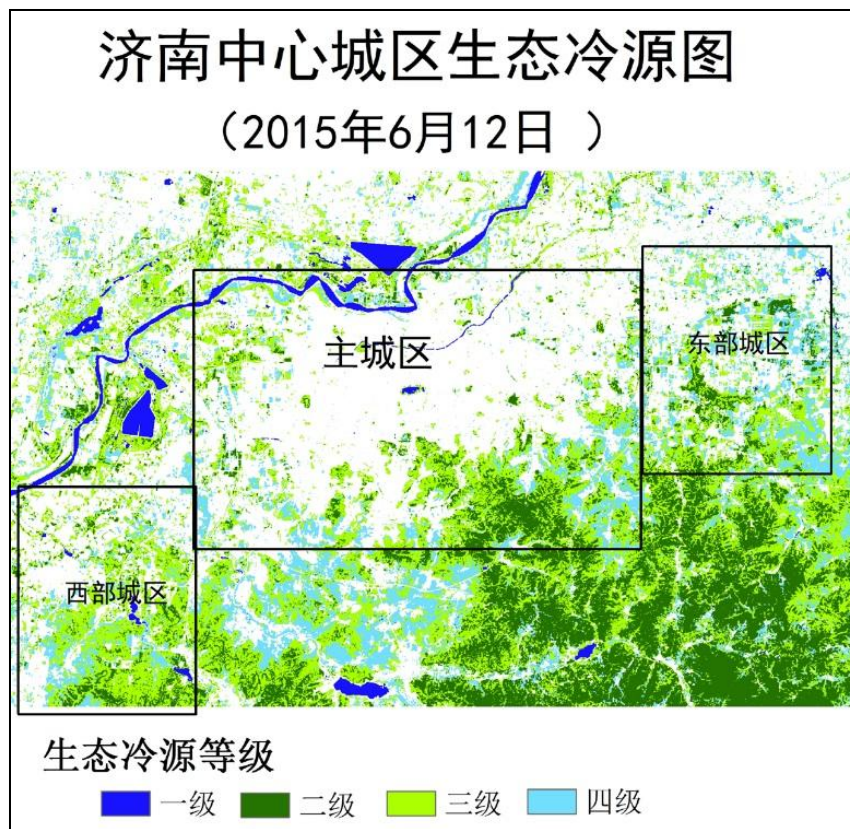
济南中心城区用地规划图

(2011-2020年)

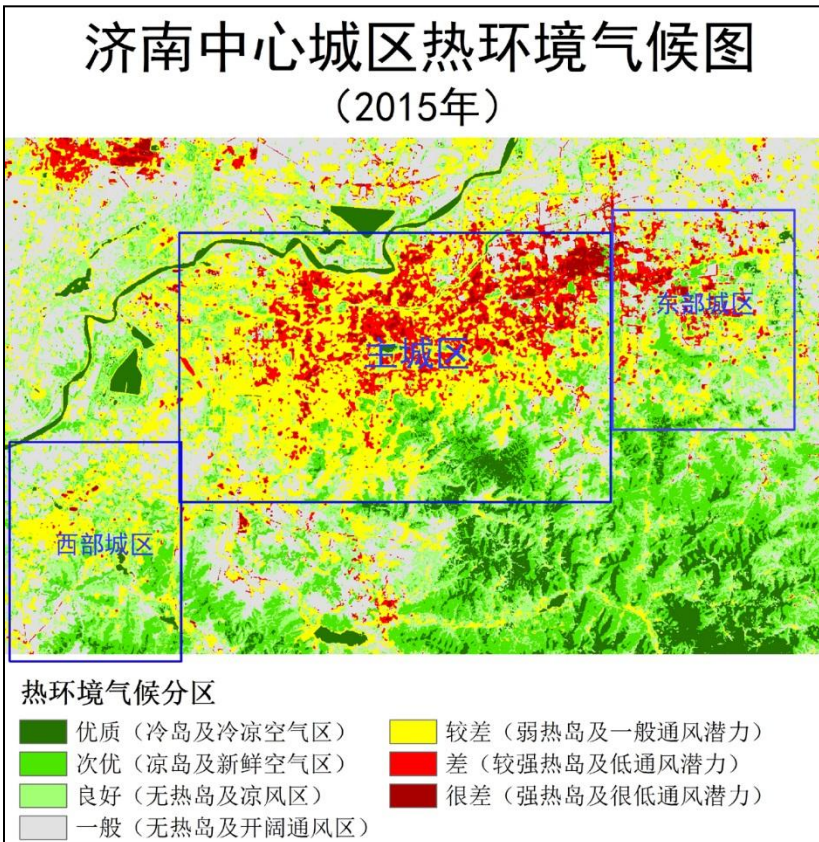
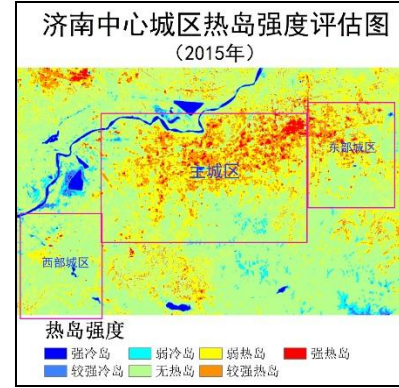
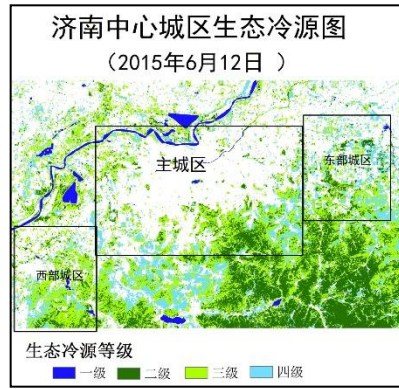
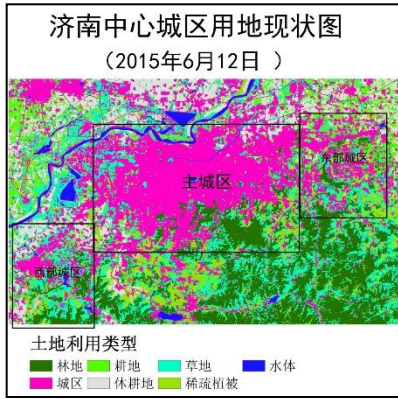


- 1、对主城区东部大面积的强热岛区采取增加绿化和水体面积减缓热岛；
- 2、为避免主城区与东部新区热岛连成大范围热岛区，需在两者结合部建立足够宽的绿化带，同时为通风廊道留出位置；
- 3、在主城区与西部新区之间，依据河流建立绿化带，同时为通风廊道留出位置。

- 4、保护生态冷源，尤其是高等级（一级、二级）冷源。
- 5、提升冷源等级——提高稀疏林地覆盖率从而提高绿量；部分农田改为绿化地。

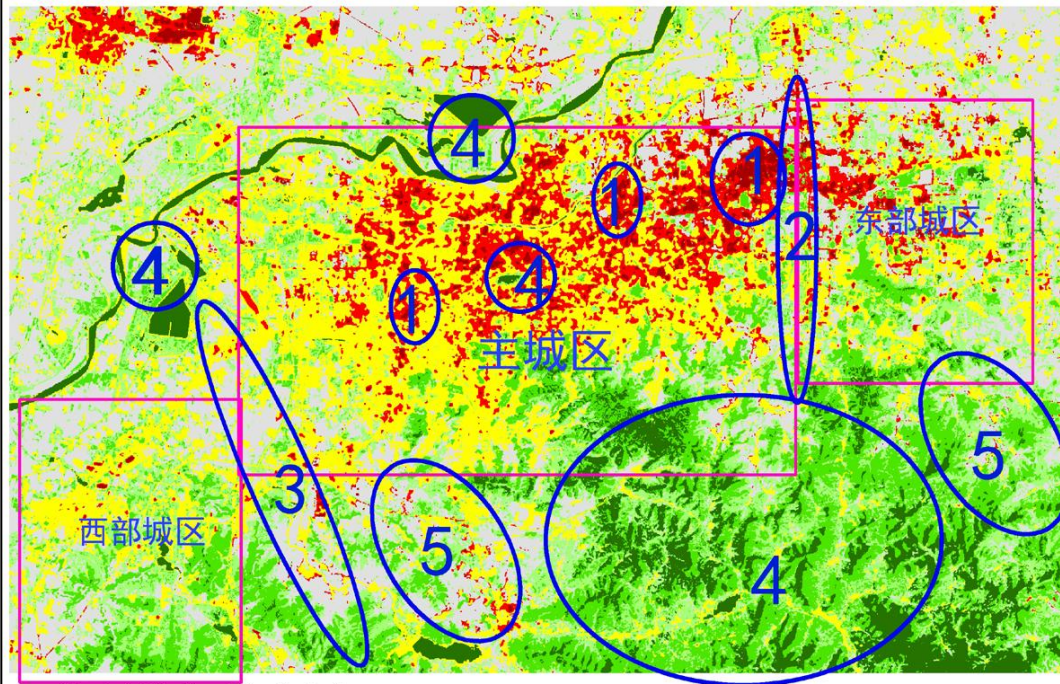


3. 济南市热环境气候分区及规划建议










等级	热环境气候区	热气候特征
1	优质 (冷岛及冷凉空气区)	位于高植被覆盖山区或大型湖泊、流动水体地区，一般具有冷岛效应，可制造冷凉空气
2	次优 (凉岛及新鲜空气区)	位于低植被覆盖山区，可制造新鲜凉空气
3	良好 (无热岛及凉风区)	位于植被覆盖较高的农田或草地或稀疏林地，可产生一定凉空气
4	一般 (无热岛及开阔通风区)	该区域多为休闲地或空地，开敞空间较大，气温较高
5	较差 (弱热岛及一般通风潜力)	该区域多为分散型建筑，绿化较少，有一定开敞空间，气温较高
6	差 (较强热岛及低通风潜力)	该区域内建筑较为密集，绿化很少，通风较差，气温高
7	很差 (强热岛及很低通风潜力)	该区域内建筑物密集，几乎无绿化，通风非常差，气温酷热

济南中心城区热岛强度缓解建议图



热环境气候分区

	优质（冷岛及冷凉空气区）		较差（弱热岛及一般通风潜力）
	次优（凉岛及新鲜空气区）		差（较强热岛及低通风潜力）
	良好（无热岛及凉风区）		很差（强热岛及很低通风潜力）
	一般（无热岛及开阔通风区）		

- ①减缓强热岛：旧城改造，增加绿化和水体面积
- ②避免结合部热岛相连：建立足够宽绿化带，并留出通风廊道位置
- ③建通风廊道：依据河流建立足够宽绿化带
- ④保护高等级生态冷源：保护水体和高植被覆盖林地
- ⑤改善生态冷源：提高疏林地植被覆盖或增加绿地，改善冷源质量

感谢聆听！