

环形热岛格局演变过程的遥感分析

但尚铭¹, 但 玻², 许辉熙³, 仇文侠³

(1. 四川省气候中心, 四川 成都 610072; 2. 四川省气象台, 四川 成都 610072;

3. 四川建筑职业技术学院 建筑测量研究所, 四川 德阳 618000)

摘 要: 城市热岛效应的空间格局在一定程度上可以反映城市规划和管理的成败得失, 也是城市大气污染的驱动因素之一。使用 2000、2003、2004、2006、2008 和 2010 年 2~3 月下午成都的 6 次 NOAA/ AVHRR (National Oceanic and Atmospheric Administration/ Advanced Very High Resolution Radiometer) 卫星遥感数据反演亮温, 采用均值-标准差法将热岛强度分为 7 个等级, 用面积加权平均法将研究区强度分为高温、中温和低温 3 类。结果表明: (1) 热岛空间格局呈现巨大变异, 由前期的中心型演变为中期的环型, 后期是热岛环的形态和高温中心的调整阶段; (2) 研究区的强度为前期强, 2004 年迅速减弱, 高温类的强度 2004 年比 2003 年减弱 2.59℃, 2004 年之后的平均减弱率仅为 0.24℃/a; (3) 城市东北部和西南部高温区的温度梯度出现逆向升降趋势。由于地表温度对城市气温有重要影响, 热岛形态的变化是人们从更复杂角度分析大气污染机制、设计热岛数值模型和进行城市规划的客观依据。

关键词: NOAA/ AVHRR; 城市热岛效应; 环形热岛; 演变过程; 成都市

中图分类号: X16; X87 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-8227(2011)09-1125-06

气象学定义, 城市热岛效应(Urban Heat Island Effects, UHIEs, 简称 UHI) 是指由于人类活动造成的城市气温高于周围自然环境气温的现象(周淑贞等, 1994)。在环境科学领域, 城市内包括空气、下垫面和各种外部因素组成的与热有关的热现象的总和被称之为城市热环境。以上热岛效应与热环境的概念相互涵盖, 通常使用时未严格区分。

UHI 的空间格局是 UHI 研究中的重要内容。我国现阶段城市化进程迅速, UHI 规模扩大, UHI 空间格局呈多样化趋势。城市热环境与城市布局的关系密切^[1]。受地形和长江、嘉陵江的影响, 重庆 UHI 空间格局的日变化别具特色^[2]。

过去国内采用气象观测方法研究了少数特大城市的 UHI 空间格局。20 世纪 80 年代北京 UHI 的形状有以旧城区为中心的圆形、以长安街为轴的纺锤形和等温线稀疏的多中心 3 种^[3]。1997 年上海 UHI 中心位于市区^[4]; 西安夏季 UHI 也有类似观测结果。由于地面气象观测点的空间密度非常稀少, 从而难以发现 UHI 形态的细部特征。

卫星遥感技术的发展使 UHI 的水平空间特征得以充分展现。利用 1 km 量级空间分辨率遥感数

据, 彭仲^[5]得出北京 UHI 的空间分布格局呈现出从城区市中心向郊区地表温度逐渐降低的趋势; 周红妹等^[6]得出近 10 a 上海 UHI 主要以放射状扩展与面状扩展结合的模式向外扩展; 侯常恭等^[7]得出 1989 年成都 UHI 的空间特点是呈梯度向外减弱并对称、均匀分布; 到 2001 年成都 UHI 的高温中心在中心型的基本形态基础上呈现多中心特征^[8], 且随昼夜更替高温中心在市区东部和中心城区交替演化。

1 研究内容与方法

1.1 研究区概况

成都位于成都平原, 西北距四川盆地西沿青山约 50 km, 东南距龙泉山脉约 25 km, 市中心纬度和经度为 30°66'N, 104°06'E, 海拔高度约 500 m。研究区面积 866 km², 其中由内向外的二环路、三环路和外环高速公路所围的面积分别约为 34、65、200 和 580 km²。属亚热带湿润季风气候区, 年降水量 950 mm, 年平均风速 1.3 m/s, 年平均最多风向和频率分别为 NNE 和 12%, 静风频率 39%。

收稿日期: 2010-12-31; 修回日期: 2011-03-10

基金项目: 四川省环境保护厅重点研究计划项目(2010HBY003)

作者简介: 但尚铭(1952~), 男, 四川省仁寿人, 高级工程师, 主要研究方向为遥感技术与应用。E-mail: danscq@163.com

1.2 城市扩展概况

一、二环路建成于 2000 年之前,三环路和外环高速公路建成于 2002 年。1990 年前后,城市的空间布局偏东,建成区边沿为:西部和南部在一、二环路之间,北部在二环路外侧;由于东郊工业区的存在,东南部在二环路外侧,东北部在二、三环路之间。2000 年之后至三环路通车前,建成区基本上位于三环路以内;2000 年代中期,城市扩展到三环路之外,其中南部至西南部、西北部沿公路干线扩展到外环高速公路附近。2000 年代后期,除北部至东部以外,其它方向大多已扩展到高速公路两侧,其中西南、西北和东北方向分别与卫星城双流、郫县和新都相连,东南方向呈现与龙泉驿相连的趋势。

1.3 遥感数据及其处理

所用 6 次 NOAA/AVHRR 数据的卫星星号、过境日期和时刻见表 1,星下点空间分辨率 1.1 km。除 2004 年在 2 月份外,其余的都在 3 月;有 5 次相差在 20 d 以内,有 1 次相差最大为 35 d;卫星过境时刻多数相差 1 h 以内。但尚铭等^[9]论证了 5 月份同一天下午分别为 14:49 和 17:34 时 AVHRR 数据的非同时性指出,虽然相差 2 h 45 min,但 UHI 空间结构的主要特征没有改变。因此,本文所用数据的时相具有可比性。

表 1 卫星及过境时刻表

Tab. 1 Satellites and Its Transit Schedules

序号	卫星星号	日期	过境时刻
1	NOAA14	2000-03-26	16:40
2	NOAA16	2003-03-20	14:44
3	NOAA16	2004-02-21	14:49
4	NOAA16	2006-03-02	15:36
5	NOAA18	2008-03-02	14:38
6	NOAA18	2010-03-12	14:02

由于下垫面辐射温度(亮温)与地面气温呈显著线性关系,因此可以用即亮温研究 UHI^[10]。温度反演使用 AVHRR 第 4 通道(10.5~11.5 μm)的数据,反演模型为^[11]:

$$T_B = \frac{c_2 v_0}{\ln(c_1 v_0 / R_{(0)} + 1)} \quad (1)$$

式中: T_B 为亮温(K), C_1 和 C_2 为玻尔兹曼常数; v_0 为所选大气红外窗区通道的中心波数; $R_{(0)}$ 为卫星探测到的并订正到星下点的辐射率值。 T_B 的反演使用国家卫星气象中心开发并已业务化的“极轨卫星资料接收与处理系统”,计算结果可信;用关系式 $t = T - 273.15$ 将开氏温标(K)转换为摄氏温标(°C)。

进行了空间重采样、密度分割和彩色赋值处理,添加了主要道路和河流等,其效果满足与城市空间位置相匹配和对 UHI 宏观分析的需要。

1.4 UHI 强度计算

UHI 强度采用下式计算:

$$T_{U-o} = T_U - T_o \quad (2)$$

式中: T_{U-o} 为热岛强度; T_U 和 T_o 分别代表城市温度和城市附近的自然环境温度。采用参照点方法确定 T_o 。为避免偶然因素的影响,根据成都的环境条件,确定 T_o 的方法是:在距城市中心向西略偏南约 32 km 处(岷江西侧,植被状况良好且稳定),以 15 象元×15 象元矩形内亮温的平均值作为 T_o 。经统计检验(见表 2), T_o 与矩形内最低温度的差值为 0.02~0.30,标准差为 0.040~0.172,说明矩形内受人为干扰小, T_o 的代表性好。

表 2 背景温度象元的统计检验表(°C)

Tab. 2 Statistical Check Table of Background

Temperature Pixel

日期	最低温度	最高温度	平均温度	标准差
2000-03-26	18.4	18.5	18.42	0.040
2003-03-20	20.0	20.7	20.30	0.141
2004-02-21	18.3	18.8	18.47	0.090
2006-03-02	15.4	15.8	15.63	0.107
2008-03-02	18.1	18.7	18.33	0.126
2010-03-12	18.4	19.0	18.65	0.172

1.5 UHI 强度的分级和分类

基于统计学原理,采用均值-标准差法(Mean-Standard Deviation Method)进行 UHI 强度分级^[12]。即以象元温度相对于研究区内平均温度的变异程度作为划分依据。按照表 3 将 UHI 强度分为 7 个等级,其中 μ 为平均温度, std 为标准差。

表 3 热岛强度分级标准

Tab. 3 Grading Standards of Heat Island Intensity

代码(i)和等级	分级标准
1 高温	$T_{U-o} > \mu + std$
2 次高温	$\mu + 0.6std < T_{U-o} \leq \mu + std$
3 中高温	$\mu + 0.2std < T_{U-o} \leq \mu + 0.6std$
4 中温	$\mu - 0.2std \leq T_{U-o} \leq \mu + 0.2std$
5 中低温	$\mu - 0.6std \leq T_{U-o} < \mu - 0.2std$
6 次低温	$\mu - std \leq T_{U-o} < \mu - 0.6std$
7 低温	$T_{U-o} < \mu - std$

采用面积加权平均法进行 UHI 强度分类。其实质是对研究区的强度按面积进行加权计算,目的是便于分析。在表 3 的基础上,将强度分为 N 类。数学模型如下:

$$\overline{T_N} = \frac{\sum_i^n (T_i - T_o) \times A_i}{\sum_i^n A_i} \quad (3)$$

式中: T_i 和 A_i 分别为第 i 级强度和第 i 级强度所占的面积; $\overline{T_N}$ 表示第 N 类的加权平均强度。当 $i = 1, n = 7$ 时, 为整个研究区的加权平均强度。

2 结果与分析

2.1 环形 UHI 的形成过程

图 1 是成都 2000~2010 年 UHI 空间格局演变趋势图。图的色标为等温度间距, 因此, 各温度等级

的空间规模具有可比性。但由于各时次 UHI 的强度不同, 各幅图中色标所代表的温度值不相同。由高温到低温, 图中棕红色、红色和橘红色大致相当于表 3 中的高温和次高温(即高温区), 棕红色和红色常常为高温区内的高温中心。将外环高速公路内高温区的形状定义为不同的空间格局类型: 图 1(a) 的高温区与城市建成区重合, 属中心型(次日的 UHI 图像也是如此); 图 1(b) 为向西偏北开口的半环型; 图 1(c) 和(d) 为环型, 其中图 1(d) 的环明显向中温区方向下移, 即由橙色和黄色构成; 图 1(e) 出现多个高温区, 中温区(黄色)具有环形特征, 称为复合型; 图 1(f) 为向西北开口的半环型(由橙色构成)。

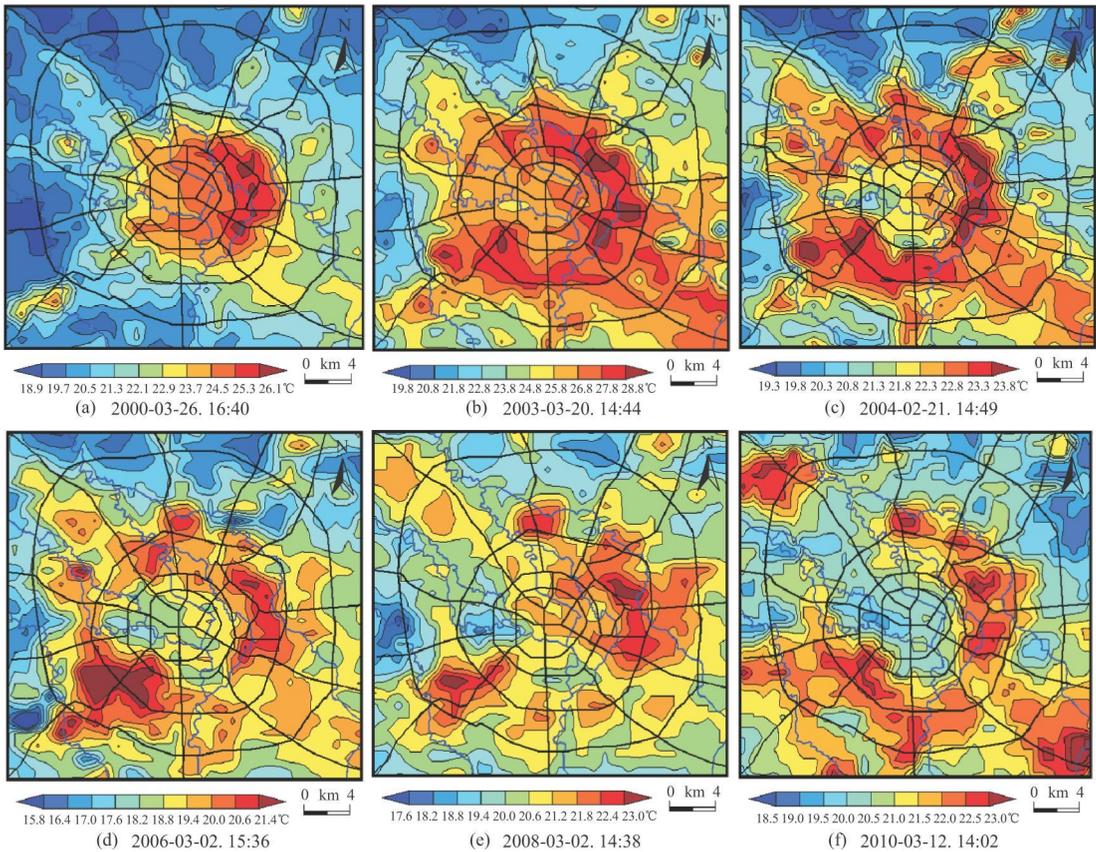


图 1 成都 2000~2010 年 UHI 空间格局演变趋势图(北京时间)

Fig. 1 Evolution Trend of UHI Spatial Patterns in Chengdu from 2000 to 2010 (GMT + 8)

图 1 的 UHI 空间格局可分为 3 个演变阶段: 2000~2004 年为由中心形演变成环形的形成阶段, 2004~2006 年为环形的扩张和持续阶段, 2006~2010 年为环形的破裂和高温中心位置的调整阶段。成都环形 UHI 的雏形始见于 2001 年 5 月^[9]。

研究期 UHI 高温中心大多出现在二、三环路附近, 并呈现离散化趋势。前期, 高温中心主要位于城市东部; 中期, 西南部的高温中心发展增强; 后期, 高

温中心强度均匀化。2010 年, 研究区的东南部和西北部分别出现高温中心。这是由位于东南的龙泉驿和西北的郫县的城市化发展所致。

2.2 环形 UHI 的成因分析

上述特点与城市化进程、功能区格局调整和城市改造密切相关。UHI 扩张的主要因素是城市扩展(已在前面介绍)和人口增长等, 而绿地面积的增加缓解了城市核心区的 UHI 强度^[9]。

促进环形 UHI 的形成原因主要是城市的功能区结构调整和城市活动。2000 年代初期起,成都市在创建并被评为“国家环境保护模范城市”、“全国文明城市”、“十大宜居城市”的过程中,采取了多项改善环境的重大措施。二环路以内的中小企业和东郊工业区整体搬迁,中心城区燃煤炉灶的清洁能源改造,府河、南河和沙河治理,都在 2000 年代中期基本完成。由此减少了大量废热排放,缓解了老城区的 UHI。同时期在三环路附近则增加了大批中小型企业、批发商城,这些地方的人工下垫面性质由农田、植被变为宽阔的硬质表面道路、广场、低矮建筑群(且绿化率很低)等,同时人口和交通流量剧增。所以,城市外扩的同时当地的地面温度升高。这种导致城市温度“内升外降”的状况是形成环形 UHI 的主要原因。

成都为单中心、饼状模式城市,在 4 条环形主干道之间还有若干环形道路。2000 年代后期线源道路机动车总车流量以三环路最大,达 5 000~ 8 270 辆/h,并且白天远远大于夜间;与其相当的是二环路南段至西北段。二环路其它路段和少量几条放射状道路为 3 000~ 5 000 辆/h,其余主要道路流量大多在 1 000~ 3 000 辆/h^①。机动车排放大量废气及温室气体,加上二、三环路宽阔的不透水下垫面,白天升温迅速。这些特征与 UHI 的环形格局相吻合。

研究发现,环形 UHI 只在白天出现。冬半年一般在 11 时前后生成,下午 14 时前后最明显,17 时

前后退化,日落后基本消散。

2.3 高温区的温度梯度

温度梯度(temperature gradient,即 $gradt$)用以表征温度场的水平变率。水平温度梯度的计算模型如下:

$$gradt = \frac{\partial t}{\partial x}i + \frac{\partial t}{\partial y}j \quad (4)$$

UHI 高温中心附近的温度梯度往往较大。选择典型高温区进行分析。城市东北部为传统工业所在地,一直存在高温中心。2000~ 2003 年 $gradt$ 约为 $0.13^{\circ}\text{C}/10^2\text{m}$,中后期升高到约 $0.17^{\circ}\text{C}/10^2\text{m}$ 。其原因在于,随着企业迁出,土地闲置,绿化率降低;同时该区域大片农田被征用于城市建设。由于土地利用类型改变,地表温度增高,导致温度梯度增大。在城市西南部,2000 年二、三环之间没有高温中心,之后成为中小型企业及批发商城集中地,2003~ 2006 年高温中心很快显得突出,温度梯度甚至超过了东北部,达约 $0.19^{\circ}\text{C}/10^2\text{m}$;之后又逐渐降低到约 $0.12^{\circ}\text{C}/10^2\text{m}$ 。这主要由于城市扩展时期无序状况比较突出,导致升温 and 温度梯度增大;后期随着环境改善温度梯度降低。

2.4 研究区平均强度的定量分析

表 4 为各等级强度的计算结果,研究区的加权平均强度依次为 3.10、4.87、3.33、3.10、2.77 和 2.12°C 。即 2000~ 2003 年平均强度增大,之后呈逐渐稳定减弱的趋势。

表 4 各等级热岛强度的计算结果表

Tab.4 Results Table of Each Heat Island Intensity Level

项目	2000-03-26	2003-03-20	2004-02-21	2006-03-02	2008-03-02	2010-03-12	
高温	平均强度($^{\circ}\text{C}$)	6.03	7.65	4.83	4.96	4.22	0.346
	面积(km^2)	144.9	143.0	138.6	107.9	121.3	161.3
次高温	平均强度($^{\circ}\text{C}$)	4.51	6.54	4.22	4.00	3.46	2.89
	面积(km^2)	81.4	129.0	126.1	123.6	95.5	114.7
中高温	平均强度($^{\circ}\text{C}$)	3.82	5.73	3.75	3.52	3.14	2.51
	面积(km^2)	111.9	138.7	158.8	170.1	122.4	111.2
中温	平均强度($^{\circ}\text{C}$)	3.12	4.86	3.32	3.09	2.78	2.14
	面积(km^2)	113.7	112.9	102.8	142.0	180.6	95.6
中低温	平均强度($^{\circ}\text{C}$)	2.44	4.09	2.90	2.66	2.42	1.74
	面积(km^2)	126.5	99.6	88.4	101.8	147.1	100.3
次低温	平均强度($^{\circ}\text{C}$)	1.72	3.24	2.48	2.13	2.04	1.36
	面积(km^2)	124.5	84.4	97.4	79.6	64.1	129.8
低温	平均强度($^{\circ}\text{C}$)	0.86	1.62	1.60	1.23	1.33	0.77
	面积(km^2)	163.3	158.6	154.1	141.8	135.2	153.3
研究区加权平均强度($^{\circ}\text{C}$)	3.10	4.87	3.33	3.10	2.77	2.12	
面积合计(km^2)	866.2	866.2	866.2	866.2	866.2	866.2	

①成都市环境保护科学研究院.成都市中心城区机动车排气污染状况及控制对策研究.2009.

为便于分析, 利用式(3)将 7 个等级的强度分为高温(原 1、2 级)、中温(原 3~5 级)和低温(原 6、7

级)3 类, 式(3)中的脚标 N 表示强度的这 3 个类别。得到各类强度和面积的演变趋势见图 2。

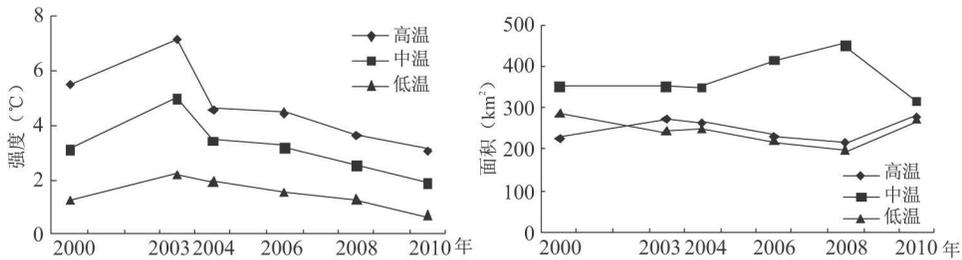


图 2 各类强度(a)和面积(b)的演变趋势图

Fig. 2 Evolution Trend of Various Strength(a) and Area(b)

从图 2(a) 上可以看出, 2000~2003 年强度增大, 从 2003 年开始减弱。计算得到, 研究区加权平均强度 2004 年比 2003 年减弱 $1.542^{\circ}\text{C}/\text{a}$, 高温类减弱了 $2.585^{\circ}\text{C}/\text{a}$, 低温类只减弱了 $0.242^{\circ}\text{C}/\text{a}$ 。2004~2010 年的平均减弱率为 $0.202^{\circ}\text{C}/\text{a}$, 且各类的减弱率比较接近。后期研究区的平均强度比前期明显降低, 说明该区域热环境的总体状况改善。

图 2(b) 为 UHI 各类强度的面积变化。在前期, 中温类面积基本持平, 高温类面积减少, 低温类面积增加, 但变幅不大; 在中期, 中温类的面积显著增多, 直到 2008 年到达最大, 2008 年中温类面积比高温和低温面积之和还多, 为 450.1 km^2 , 而高、低温类面积以相近的速率减少; 2008~2010 年的趋势则与中期相反。2004~2008 年中温类面积持续增多, 意味着这期间中等强度的城市活动在空间范围方面比其它时期更宽广。

3 讨论与结论

王文杰等^[13]使用 6 景美国陆地资源卫星的 TM 和 ETM+ (专题制图仪和增强型专题制图仪) 遥感影像研究 1984 至 2004 年北京 UHI 发现, 2000 年以来四环路以内 UHI 的面积有所减小。周红妹等^[6]使用 TM 和 AVHRR 以及 EOS/MODIS (地球观测系统/中分辨率成像光谱仪) 遥感数据研究发现, 上海市主要围绕中心城区和卫星城的边缘向外扩展, 2000~2003 年主城区呈圈状结构, 形成五轴两面的扩展模式, 城市热场迅速增长; 2003~2006 年以后热场面积缓慢缩减。梁益同等^[14]使用 3 景 TM 影像得到, 由于东湖的存在, 武昌城区的 UHI 分布呈“C”字形。上述研究均无环形 UHI 的报道。因此认为, 环形 UHI 是在一定的城市环境条件下出

现的, 具有其特殊性。近年王喜全等^[15]在北京采用城市自动气象站观测资料, 没有关于 UHI 形态的研究报道。

空间格局是 UHI 的重要研究内容, 对其进行研究具有科学意义和应用价值。UHI 可能引起的热岛环流, 会改变流场结构, 进而影响污染物在城市大气中的转化和输送^[16]。数值模拟证实, UHI 会加重大气污染^[17]。中心型 UHI 条件下的城郊环流使郊区近地层的空气污染物向城区汇集, 导致城区空气污染程度加重。在环型 UHI 的情况下, 一方面城市中心区的污染物因气流下沉并向周围扩散; 另一方面, 由于“城郊环流”依然存在, 造成某些地方处于“双重循环”的背景中, 使这些地方既有郊外汇集来的空气污染物, 也有城市中心区扩散出污染物, 导致污染物浓度增大。中心型 UHI 比环型 UHI 的动力场和热力场都更复杂, 这也为 UHI 的数值模拟提出了新的研究课题。

致谢 感谢国家卫星气象中心樊昌尧、孙安来及时提供 NOAA/AVHRR 数据。

参考文献:

- [1] 李 鹏, 余 庄. 基于遥感技术的城市布局与热环境关系研究——以武汉市为例[J]. 城市规划, 2008, 32(5): 75~82.
- [2] 但尚铭, 安海锋, 但 玻, 等. 基于 AVHRR 和 DEM 的重庆城市热岛效应分析[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(7): 680~685.
- [3] 张景哲, 刘继韩, 周一星, 等. 北京城市热岛的几种类型[J]. 地理学报, 1984, 39(4): 428~435.
- [4] 邓蓬堂, 束 炯, 李朝颀. 上海城市热岛的变化特征分析[J]. 热带气象学报, 2001, 17(3): 273~280.
- [5] 彭 仲. 基于多源遥感数据的北京城市热岛研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(22): 10 527~10 529, 10 600.
- [6] 周红妹, 高 阳, 葛伟强, 等. 城市扩展与热岛空间分布变化关

- 系研究——以上海为例[J]. 生态环境, 2008, 17(1): 163~ 168.
- [7] 侯常恭, 王宣吉. 用气象卫星信息探测川西平原的城市热岛群[J]. 遥感信息, 1990, (1): 10~ 13.
- [8] DAN S M, DAN B. Analysis of the effects of urban heat island by satellite remote sensing[C]//The 22th Asian Conference on Remote Sensing, 2001, Singapore, ISBN: 981-04-5032-X, 1 539~ 1 544.
- [9] 但尚铭, 但 玻, 许辉熙, 等. 成都市城市演变对热岛效应的影响分析[J]. 环境科学与技术, 2011, 34(7): 180~ 185.
- [10] 徐涵秋, 陈本清. 不同时相的遥感热红外图像在城市热岛变化中的处理方法[J]. 遥感技术与应用, 2003, 18(3): 129~ 133.
- [11] 董超华, 章国材, 邢福源, 等. 气象卫星业务产品释用手册[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 187.
- [12] 陈松林, 王天星. 等间距法和均值标准差法界定城市热岛的对比研究[J]. 地球信息科学学报, 2009, 11(2): 145~ 147.
- [13] 王文杰, 申文明, 刘晓曼, 等. 基于遥感的北京市城市化发展与城市热岛效应变化关系研究[J]. 环境科学研究, 2006, 19(2): 44~ 48.
- [14] 梁益同, 陈正洪, 夏志宏. 基于 RS 和 GIS 的武汉城市热岛效应年代演变及其机理分析[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(8): 914~ 918.
- [15] 王喜全, 王自发, 郭 虎. 北京“城市热岛”效应现状及特征[J]. 气候与环境研究, 2006, 11(5): 627~ 636.
- [16] FERNANDO H J S, LEE S M, ANDERSON J, et al. Urban fluid mechanics: Air circulation and contaminant dispersion in cities[J]. Environmental Fluid Mechanics, 2001, 1: 107~ 164.
- [17] 张凯杨, 许春晓, 崔桂香, 等. 城市热岛成因及其对污染物扩散影响的数值模拟[J]. 气象与环境学报, 2007, 23(3): 10~ 14.

ANALYSIS ABOUT EVOLUTION OF ANNULAR URBAN HEAT ISLAND BASED ON REMOTE SENSING

DAN Shang-ming¹, DAN Bo², XU Hu-xi³, QIU Wen-xia³

(1. Sichuan Provincial Climatic Center, Chengdu 610072, China;

2. Sichuan Provincial Meteorological Observatory, Chengdu 610072, China;

3. Institute of Engineering Surveying, Sichuan College of Architectural Technology, Deyang 618000, China)

Abstract: The spatial layout of urban heat-island can reflect the success or failure of urban planning and management to some extent, and it is one of the drivers of urban air pollution too. According to the NOAA/AVHRR (National Oceanic and Atmospheric Administration/Advanced Very High Resolution Radiometer) data on the afternoon of February and March in Chengdu City (2000, 2003, 2004, 2006, 2008 and 2010), the inversion of brightness temperatures introduced the mean and sigma method to divide the intensity of heat-island into seven levels, and the area weighted average method to divide the intensity of research region into three kinds: high, medium and low temperatures. The results indicated that: (1). the spatial layout changed greatly, the center-shaped in prophase changed into the annular-shaped in metaphase, and the anaphase was an adjustment phase of high-island shape and high-temperature center; (2). the intensity of research region was high in prophase, then weakens in 2004 in which the intensity of high-temperature decreases by 2.59 °C compared with 2003, and the average decreasing rate after 2004 was only 0.24 °C per year; (3). the temperature gradient of urban northeast and southwest showed reverse rising and lowering. Since surface temperature plays an important role in urban temperature, the shape change of heat-island is an objective evidence for us to analyze the mechanism of air pollution, the design of heat-island data model, and the urban planning more finely.

Key words: NOAA/AVHRR; urban heat island effects; annular heat-island; evolution; Chengdu City