doi: 10.6046/gtzyyg.2017.04.21
引用格式: 贺丽琴,杨鹏,景欣,等. 基于 MODIS 影像及不透水面积的珠江三角洲热岛效应时空分析[J]. 国土资源遥感,2017,29(4):140-146. (He L Q, Yang P, Jing X, et al. Analysis of temporal-spatial variation of heat island effect in Pearl River Delta using MODIS images and impermeable surface area[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2017, 29(4):140-146.)

基于 MODIS 影像及不透水面积的珠江三角洲热岛效应时空分析

贺丽琴[1], 杨 鹏[1], 景 欣[1], 晏 磊[1], 苏琳琳[1,2]
(1. 北京大学空间信息集成与 3S 工程应用北京市重点实验室,北京　100087;
2. 首都师范大学信息工程学院,北京　100037)

摘要: 珠江三角洲城市群是我国经济快速发展的地区,在经济发展的同时,其形成的热岛效应也日益明显。采用热红外遥感方法研究热岛效应,可很直观地了解城市热岛的空间分布状况。基于 MODIS 影像,运用劈窗算法,对珠江三角洲地区 1 a 中 4 季的地表温度(land surface temperature, LST)进行反演; 并用不透水面积(impermeable surface area, ISA)对城市中心区和郊区进行划分,最终定量获得城市热岛效应的大小。研究结果表明,珠江三角洲地区存在较严重的热岛现象,夏季最为严重,冬季最轻,且城市之间有相互连接形成大片城市热岛效应的趋势; 热岛效应的大小与归一化植被指数值成负相关,与城市的经济发展程度成正相关。研究成果可为珠江三角洲地区的城市发展规划提供一定的生态指导。

关键词: 热岛效应; 珠江三角洲; MODIS; 地表温度(LST); 不透水面积(ISA); 影响因素
中图法分类号: TP 79　**文献标志码**: A　**文章编号**: 1001-070X(2017)04-0140-07

0 引言

城市热岛效应是城市经济快速发展带来的一种特殊的城市生态现象。城市人口增加、下垫面改变和人工废弃物排放是造成城市热岛效应的主要原因。改革开放以来,珠江三角洲城市经济的快速发展加速了珠江三角洲的城镇化进程,形成了以广州、佛山、深圳以及周围城市为中心的珠三角都市群; 而这种趋势对环境最直接的影响就是形成以城市为中心的"热岛"现象。近十几 a 来,很多学者们通过定点温度监测研究珠三角城市群的热岛现象。张晶晶等[1]利用自动气象站得到了以佛山为中心的周边地区随月份变化的热岛变化规律; 窦浩洋等[2]利用自动气象站对珠三角城市群进行了热岛分析,得到白天和黑夜的热岛变化规律; 曾侠等[3]利用气象站对珠江三角洲多年的地表温度(land surface temperature, LST)数据进行了分析,得出该地区的热岛效应随年份变化的规律。

传统的通过定点温度监测来研究热岛效应的方法难以全面反映城市热岛分布情况,而通过卫星遥感数据反演的 LST 分布可较直观地了解城市热岛的空间分布状况。MODIS 是在 NASA EOS 的 Terra/Aqua 卫星上搭载的新一代地球观测传感器,其数据在全世界范围内可免费接收,包含 36 个波段,其中第 31 波段和第 32 波段可用于反演 LST,并用于对热岛效应进行分析。目前,国内已有很多学者利用 MODIS 数据对城市热岛效应进行了研究,如历华等[4]对长珠潭地区热岛效应的研究; 闫峰等[5]对上海市热岛效应的研究; 杨鹏等[6]对石家庄市热岛效应的研究,其研究结果均很好地反映了当地的热岛现象,并对城市环境改造有一定的指导作用。

在以往的研究中,计算城市热岛效应时,对城市区域和郊区的位置划分不是很明显[4-6],因而会造成计算热岛效应大小的不确定性。本文采用建筑的不透水面积(impermeable surface area, ISA)正是为解决这个问题而引入的。建筑的不透水面(impermeable surface)指的是道路、停车场、建筑物和人行道等一系列现代化的沥青或混凝土设施[7]。ISA 在某一地区的比例大小往往反映该地区的城镇化程

收稿日期: 2016-03-23; **修订日期**: 2016-04-25
基金项目: 国家自然科学基金项目"遥感云图-电磁波-热红外对地震等重大地质灾害的预测机理"(编号: 41371492)资助。
第一作者: 贺丽琴(1990-),女,硕士研究生,主要从事热红外和高光谱遥感方面的研究。Email: heliqin_de@126.com。
万方数据

度,ISA 比例越大,则城镇化程度越高,往往越接近城市中心区域[8]。ISA 比例的大小对生态环境的影响也不同,当 ISA 比例在[1%,10%)时,会对生态造成轻度影响;当 ISA 比例在[10%,25%)时,对生态的影响明显;当 ISA 比例达 25% 以上时,生态环境开始退化[8-9]。

本文利用 MODIS 影像数据确定当地的 LST,并采用 ISA 比例确定城市中心区和郊区的位置,旨在更加准确地计算出当地的热岛效应强度随时空的变化特征。利用 MODIS 数据的劈窗反演算法[10],对珠江三角洲地区 1 a 中秋、冬、春、夏 4 季的 LST 进行反演,得出该地区城市 1 a 中 4 季所形成的热岛效应,并对其表现出的热岛现象进行分析,以期对当地的城市发展提供一定的指导。

1　数据源及 LST 反演

1.1　数据源

本文使用的 MODIS 数据为 2014 年 10 月 15 日上午 11:20,2015 年 1 月 2 日上午 11:15,2015 年 4 月 15 上午 11:20 和 2015 年 7 月 11 日上午 11:20 获取的 MODIS1B 影像,空间分辨率为 1 km。LST 算法中用到的波段包括第 1,2,19,31 和 32 共 5 个波段。反演得到的 LST 可大致反映珠江三角洲地区 1 a 中秋、冬、春、夏 4 季白天的 LST。反演地区的面积大小为 200 km×200 km,其在广东省的分布示意图见图 1 红框内。

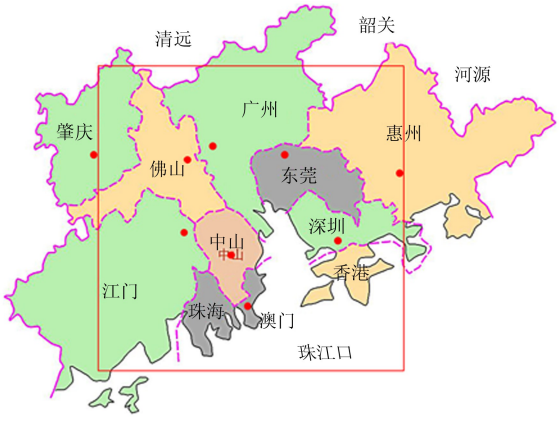


图 1　珠江三角洲地区位置示意图

Fig. 1　Location of Pearl River Delta region

从图 1 可知,研究区域包括广州、佛山、东莞和深圳等经济发达地区,不仅包括陆地,还包括一部分海域。

目前得到 ISA 比例有 2 种常用的方法:①利用 30 m 高空间分辨率的 Landsat 影像得到 ISA 比例产品,但这种产品只覆盖美国;②利用夜间灯光数据(nighttime light data)和全球人口空间分类数据(LandScan)得到空间分辨率为 1 km 的 ISA 比例产品[7]。本文采用第 2 种方法得到 ISA 比例产品,且该数据的空间分辨率正好与 MODIS 反演出的 LST 产品吻合,并可在美国 NOAA 国家地理数据中心网站上得到。本文使用研究区域最新(2010 年)的 ISA 比例产品(图 2)。

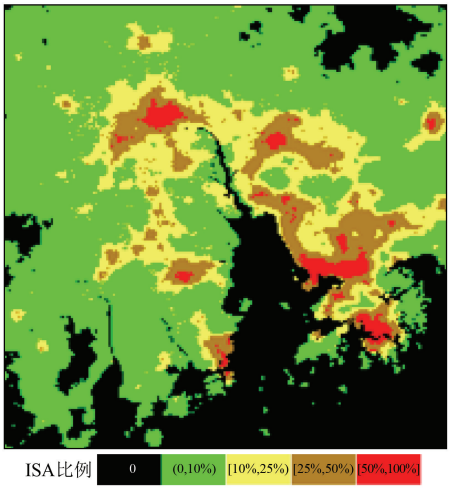


图 2　研究区域的 ISA 比例

Fig. 2　ISA proportion of study area

图 2 中把 ISA 比例分成了 5 个层次,其中,25% 以上表示会造成生态环境的退化,同时可以把这个比例当作城市区域与郊区的分界线(即图中棕色区域与黄色区域的分界线),可以看出城市区域与郊区的分界线明显;而把 *ISA* 在[50%,100%]的范围(即图中红色区域)看成是城市最中心的区域[11],本文利用此区域的 *LST* 减去 *ISA* 为 25% 分界线以外 20 km 郊区的 *LST*,得到热岛强度大小。

表 1 示出依据以上 ISA 比例数据得到的研究区内各个城市的城市区域面积及城市中心区域面积(广州和佛山因相距很近,且热岛效应相连成片,故放在一起)。

表 1　各城市的城市区域及城市中心区域面积

Tab. 1　Area of urban region and urban core region of each city　　km^2

ISA 比例	面积				
	中山	江门	广州/佛山	东莞	深圳
城区,*ISA*≥25%	208	74	833	884	1 167
城区中心,*ISA*≥50%	28	0	174	85	300

在利用 MODIS 数据进行 LST 反演之前,首先对 MODIS 数据进行预处理,以保证反演结果满足精度和地理要求。本文中所做的数据预处理包括:①投影变换。MODIS 产品数据的投影一般是 Sinusoidal,为便于与地形数据进行空间分析,需进行投影变换。所用的 MODIS1B 数据是 hdf 格式,自带有经纬度坐

万方数据

标信息,可自动进行投影变换。本文利用 MODIS Swath Tool 工具,使用 MODIS03 经纬度坐标数据,分别对热红外数据集和反射率数据集进行自动投影变换;②去云处理。在本文所选的 4 景图像中,个别地区存在少量的云覆盖,因被云覆盖的区域不能反映地表的反射率与辐射亮度,故将被云覆盖的区域去掉,以免得到错误的 LST。本文所用的去云算法是多光谱综合去云算法[12-13],可很好地去除大片的云层以及不容易被去除的薄云。所用到的数据有 MODIS1B 第 1,6,8,26,29 和 31 波段共 6 个波段。

1.2 LST 反演

目前,国内外发展了很多利用热红外波段反演 LST 的算法,其中劈窗算法(split - window algorithm)因所需参数少、运算速度快、精度高而被广泛运用。一些学者针对 MODIS 数据提出了相应的劈窗算法[14-15],并取得了良好的效果。本文采用 Mao 等[16]提出的劈窗算法计算 LST,具有较高的精度,其计算公式为

$$LST = [C_{32}(B_{31} + D_{31}) - C_{31}(D_{32} + B_{32})]/(C_{32}A_{31} - C_{31}A_{32}) \quad , \tag{1}$$

其中,

$$A_{31} = 0.137\,87\varepsilon_{31}\tau_{31} \quad , \tag{2}$$

$$B_{31} = 0.137\,87T_{31} + 31.656\,77\varepsilon_{31}\tau_{31} - 31.\ 656\,77 \ , \tag{3}$$

$$C_{31} = 0.137\,87(1 - \tau_{31})[1 + (1 - \varepsilon_{31})\tau_{31}] \ , \tag{4}$$

$$D_{31} = 31.656\,77(1 - \tau_{31})[1 + (1 - \varepsilon_{31})\tau_{31}] \ , \tag{5}$$

$$A_{32} = 0.118\,49\varepsilon_{32}\tau_{32} \quad , \tag{6}$$

$$B_{32} = 0.118\,49T_{32} + 26.500\,36\varepsilon_{32}\tau_{32} - 26.500\,36 \ , \tag{7}$$

$$C_{32} = 0.118\,49(1 - \tau_{32})[1 + (1 - \varepsilon_{32})\tau_{32}] \ , \tag{8}$$

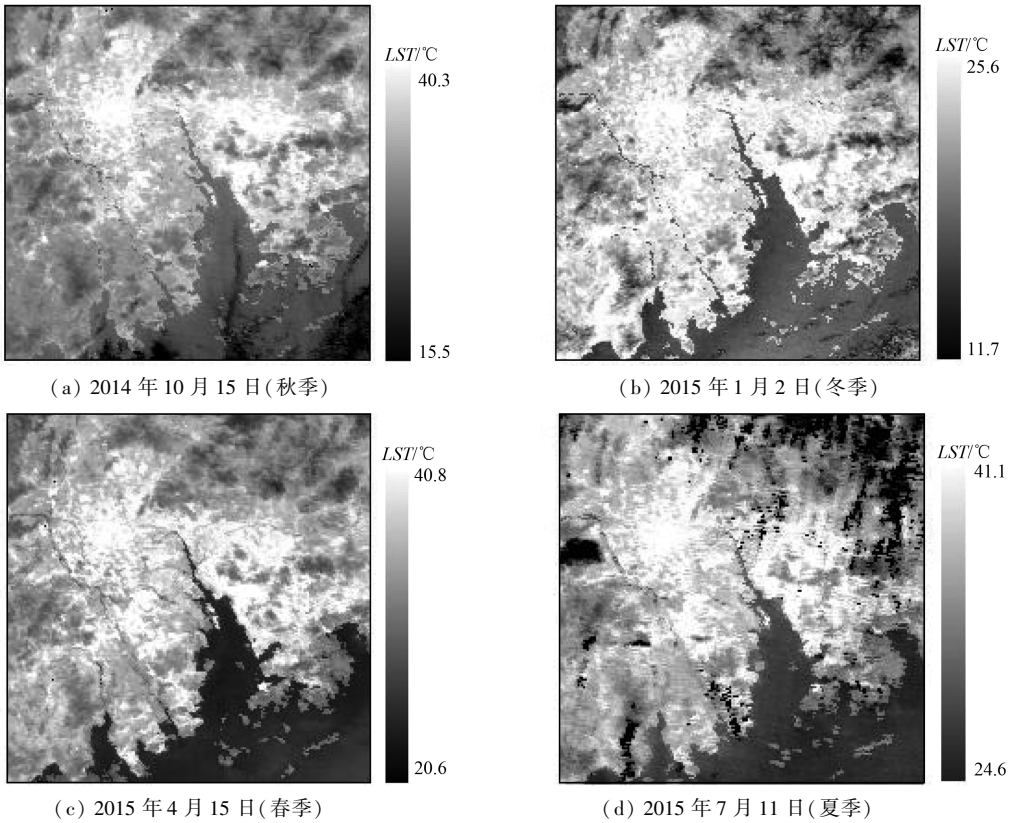
$$D_{32} = 26.500\,36(1 - \tau_{32})[1 + (1 - \varepsilon_{32})\tau_{32}] \ , \tag{9}$$

式中:T_{31} 和 T_{32} 分别为 MODIS 第 31 和 32 波段的亮度温度,可通过辐射传输方程计算得出;τ_{31} 和 τ_{32} 分别为第 31 和 32 波段的大气透过率;ε_{31} 和 ε_{32} 分别为第 31 和 32 波段的地表比辐射率。

2 热岛效应及分析

2.1 热岛效应结果

运用上述数据进行预处理和 LST 反演之后,得到的珠江三角洲 LST 结果如图 3 所示(图 3(d)中右上角的黑色阴影为云)。



(a) 2014 年 10 月 15 日(秋季)　(b) 2015 年 1 月 2 日(冬季)

(c) 2015 年 4 月 15 日(春季)　(d) 2015 年 7 月 11 日(夏季)

图 3 反演得到的 4 季 LST 结果

Fig. 3 Results of retrieved LST of 4 seasons

万方数据

在得到的 LST 结果中,秋季的最高和最低温度分别为 40.3℃和 15.5℃,冬季的最高和最低温度分别为 25.6℃和 11.7℃,春季的最高和最低温度分别为 40.8℃和 20.6℃,夏季的最高和最低温度分别为 41.1℃和 24.6℃。因珠江三角洲地区是我国快速城镇化地区之一,城市热岛现象比较突出;而由图 3 中的 LST 反演结果可以看出,城市地区的温度明显比周围地区高。图 3 中许多高温地区都连接成片,形成了大范围的高温区,呈现明显以大城市为中心的"区域热岛"现象,尤其是以广州和佛山为中心的区域热岛。

为了更好地研究城市的热岛现象,对反演出的 LST 结果做 1 条剖面线,剖面线经过中山、江门、佛山、广州、东莞和深圳等主要城市(图 4)。

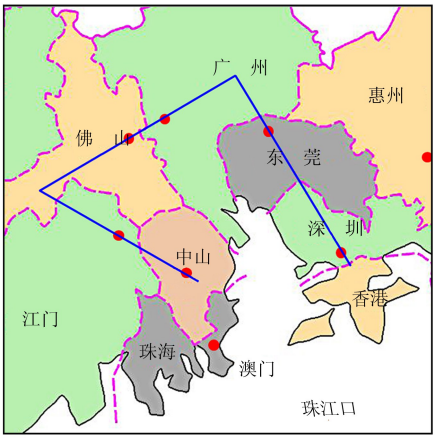
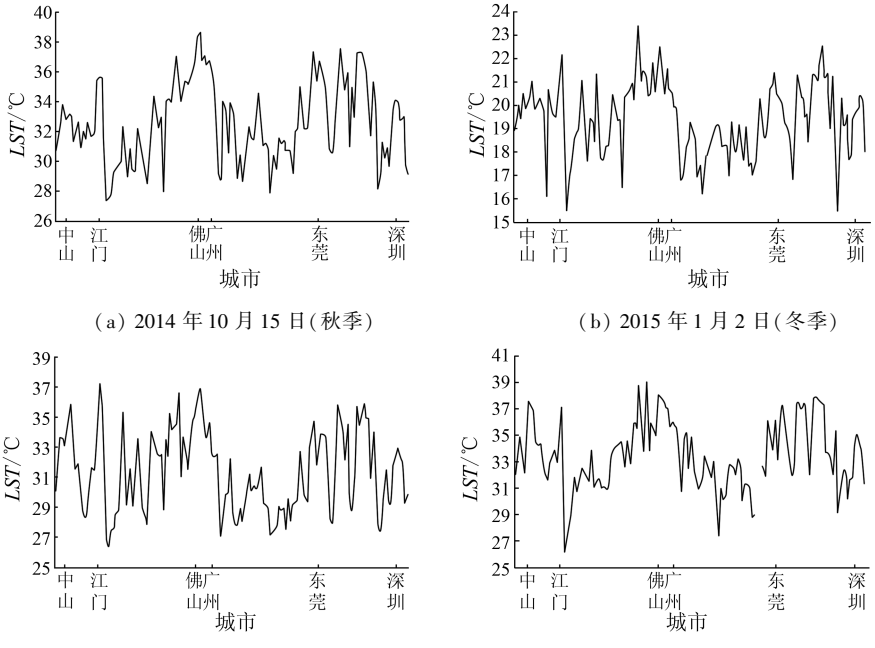


图 4　剖面线位置

Fig. 4　Location of section lines

得到的剖面线经过地区 LST 变化见图 5。



(a) 2014 年 10 月 15 日(秋季)　(b) 2015 年 1 月 2 日(冬季)　(c) 2015 年 4 月 15 日(春季)　(d) 2015 年 7 月 11 日(夏季)

图 5　4 季的 LST 剖面

Fig. 5　LST in section lines of 4 seasons

从图 5 可以看出,不论秋、冬、春、夏,各主要城市都形成了比较明显的热岛,且城市之间(中山和江门,佛山和广州,东莞和深圳)有连片形成区域热岛的趋势。其中,佛山和广州形成的热岛现象与其他几个城市相比,不论是在温度上、还是范围上都要严重。

为了更准确地计算各个城市热岛效应的大小,将得到的 4 季 LST 图与 ISA 比例图进行叠置,用 *ISA* 在[50%,100%]范围城市中心区域的平均 *LST* 减去 *ISA* 为 25% 分界线以外 20 km 郊区的 *LST*,得到热岛强度的准确大小。采用上述方法进行计算,得到具体热岛效应大小(表 2)。从表 2 中可以看出,秋季(10 月)热岛效应最强的广州/佛山地区比郊区要高出 5.1 ℃,东莞地区热岛效应也较明显,比郊区高出 4.2 ℃,中山、江门地区的热岛效应相对要小很多;冬季(1 月)热岛效应最强的广州/佛山比郊区高出 2.4 ℃,中山、江门、东莞和深圳地区表现出相当的热岛强度,但总体上都比较小;春季(4 月)热岛效应最强的广州/佛山地区比郊区高出 4.9 ℃,中

表 2　利用 ISA 计算得到的各城市热岛效应大小

Tab. 2　Intensity of urban heat island of each city calculated by using ISA　(℃)

季节	热岛效应				
	中山	江门	广州/佛山	东莞	深圳
秋	2.4	3.2	5.1	4.2	2.5
冬	1.7	1.9	2.4	1.8	1.6
春	3.6	3.5	4.9	3.6	2.5
夏	3.9	3.6	5.8	5.0	2.1

万方数据

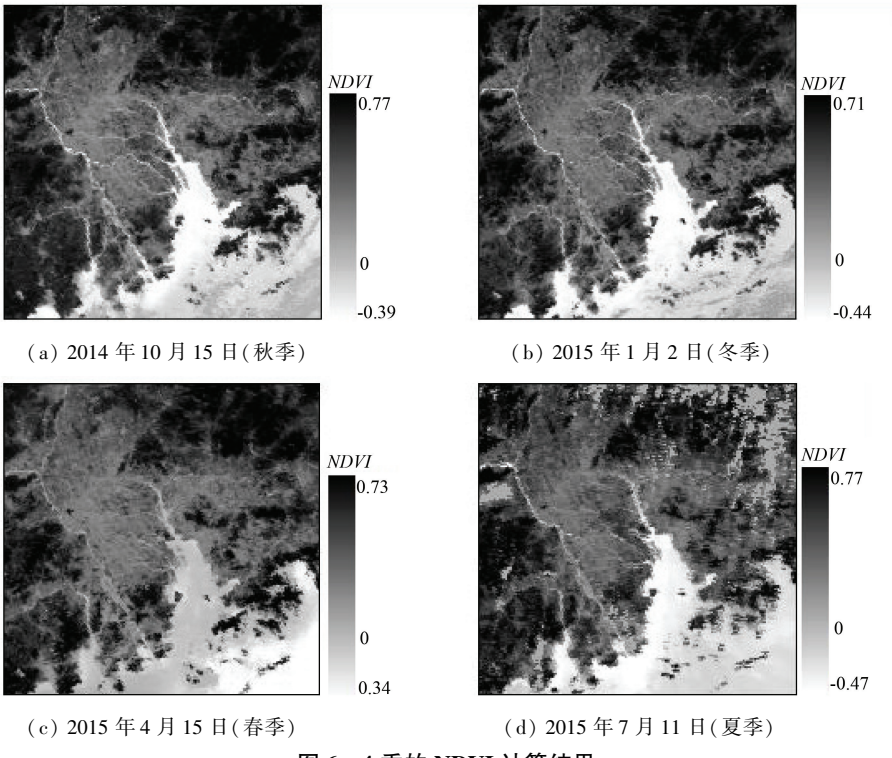
山、江门和东莞地区也都比郊区高出 3.5 ℃左右；夏季(7 月)热岛效应最强的广州/佛山地区比郊区高出5.8 ℃，中山、江门和东莞地区也表现出较高的热岛效应。由此可见，在珠江三角洲地区，热岛效应的强度与季节有关，夏季的热岛效应强度最大，春季和秋季次之，冬季最弱。

2.2　热岛效应的影响因素

众所周知，植被对一个地区的 LST 影响很大。为了研究珠江三角洲地区植被对 LST 的影响作用，本文计算出 MODIS 影像的归一化植被指数(normalized difference vegetation index，NDVI)，NDVI 能较好地反映出当地的植被特征、覆盖度和地表绿化程度。NDVI 的计算公式为

$$NDVI = (\rho_2 - \rho_1)/(\rho_2 + \rho_1) \quad , \qquad (10)$$

式中 ρ_1 和 ρ_2 分别为 MODIS 第 1 波段和第 2 波段的反射率值。珠江三角洲地区的 NDVI 计算结果如图 6 所示。



(a) 2014 年 10 月 15 日(秋季)　(b) 2015 年 1 月 2 日(冬季)

(c) 2015 年 4 月 15 日(春季)　(d) 2015 年 7 月 11 日(夏季)

图 6　4 季的 NDVI 计算结果

Fig. 6　Results of NDVI of 4 seasons

在得到的珠江三角洲地区 NDVI 结果中，水域部分的 NDVI 值都小于 0，陆地部分的 NDVI 值在 0 以上。陆地部分的 NDVI 值中秋、夏 2 季最大(均为 0.77)，冬、春 2 季相对较小(但相差不大)，说明这一地区的植被 1 a 中 4 季变化较小；而城区和郊区的 NDVI 值相差较大，特别是在夏季(图 6(d))，城区普遍在 0.17 ~ 0.30 之间，郊区普遍在 0.53 ~ 0.65之间。对比图 3 和图 6 可看出，LST 与 NDVI 呈明显的负相关关系，这证实了 NDVI 明显影响着 LST 的高低，即 NDVI 值越高，LST 值越低；NDVI 值越低，LST 值越高。这也很好地说明了城区 NDVI 值很低而 LST 值却很高的事实。

热岛效应的形成不仅与植被覆盖相关，更取决于一个地区的经济发展程度。珠江三角洲地区之所以形成如此明显的热岛效应，主要是因为城市经济的快速发展，使得城市聚集了大量人口进行工业生产，从而消耗了大量能源，排放出较多的人为热量。本文利用研究区各个城市的国内生产总值(gross domestic product，GDP)来反映其经济发展程度。表 3 为珠江三角洲地区 2014 年城市 GDP 与城市 LST 值之间的对应关系(其中广州和佛山市因相距太近，热岛已经连接成片，所以当成一个地区来研究；表中的 *LST* 是各城区中心的 *LST* 均值)。

表 3　各城市国内生产总值与 LST 的对应关系

Tab. 3　Relationship between GDP and LST of each city

城市	*GDP*/亿元	*LST*/℃			
		秋季	冬季	春季	夏季
中山	2 638.9	33.0	20.4	34.7	36.0
江门	2 000.2	34.7	20.3	34.0	36.1
广州/佛山	16 706.9	38.2	22.0	36.0	38.0
东莞	5 881.2	36.4	20.1	35.2	36.7
深圳	16 002.0	33.9	20.0	32.4	35.0

从表 3 可以看出，1 a 中 4 季广州/佛山的 LST 值均明显比其他城市高，而广州/佛山的 GDP 也是最高的，由此可见经济发展的程度会影响到 LST 值

万方数据

的高低。东莞的 GDP 比中山和江门高,4 季中秋季、春季和夏季 3 个季节的 LST 值都比后 2 个城市高,而在冬季 3 个城市 LST 值的差别并不明显,这也说明了冬季的热岛效应最小。除广州以外,深圳的 GDP 明显比其他城市高出很多,但其 LST 值并不比其他城市高,甚至春、夏 2 季的 LST 值还更低,这可能是因深圳距离海面太近,由海风及海水的原因导致 LST 值下降。

3　结论

本文基于 MODIS 数据,利用劈窗算法对经济发达的珠江三角洲地区 4 个季节的地表温度(LST)进行了反演,得到的 LST 结果反映出当地 1 a 中 4 个季节的城市 LST 分布情况。为了更准确地计算热岛效应的大小,引入不透水面积(ISA),区分出城市区域和郊区。得出以下结论:

1)秋、冬、春、夏 4 个季节中,夏季的热岛强度最大,春季和秋季次之,冬季最弱。

2)NDVI 值直接影响 LST 的分布,NDVI 值的大小与 LST 值成负相关,NDVI 值低使得城区形成明显的热岛效应。

3)经济发展程度最高的广州热岛现象最为严重,这证实了城市发展与热岛效应的正相关性。

4)经济发展程度相对较高的深圳表现出的热岛效应并不强,其原因可能是深圳距离海面太近而由海风及海水导致 LST 值下降,可见影响热岛效应的因素还有除植被覆盖和经济发展程度之外的其他原因。城市热岛效应大小与植被指数和国内生产总值的关系可为珠江三角洲地区的城市发展规划提供一定的生态指导。

本文对 ISA 的引入可为国内学者分析热岛效应提供一种更为精确的计算方法; 但也存在一些缺陷,由于珠江三角洲地区常年阴雨天气,每个季节只能得到 1 d 的 MODIS 晴天影像,这对分析热岛效应随季节的变化难免会存在一定的片面性。

参考文献(References):

[1] 张晶晶,窦浩洋,张恩洁,等. 珠江三角洲城市群热岛特征研究[C]//中国气象学会. 中国气象学会 2008 年年会城市气象与城市可持续发展分会场论文集. 北京:中国气象学会,2008.
Zhang J J, Dou H Y, Zhang E J, et al. The features study of the Pearl River Delta urban heat island[C]//Chinese Meteorological Society. The collected papers of urban meteorological and urban sustainable development of Chinese meteorological society annual conference 2008. Beijing: Chinese Meteorological Society, 2008.

[2] 窦浩洋,张晶晶,赵昕奕. 珠江三角洲城市热岛空间分布及热岛强度研究[J]. 地域研究与开发,2010,29(4):72 – 77.
Dou H Y, Zhao J J, Zhao X Y. Study on spatial distribution and intensity of urban heat island in Pearl River Delta[J]. Areal Research and Development, 2010, 29(4): 72 – 77.

[3] 曾 侠,钱光明,潘蔚娟. 珠江三角洲都市群城市热岛效应初步研究[J]. 气象,2004,30(10):12 – 16.
Zeng X, Qian G M, Pan W J. Study on urban heat island effect in Pearl River Delta urban group[J]. Meteorological Monthly, 2004, 30(10): 12 – 16.

[4] 历 华,曾永年,贠培东,等. 基于 MODIS 数据的长株潭地区城市热岛时空分析[J]. 测绘科学,2007,32(5):108 – 110,116.
Li H, Zeng Y N, Yun P D, et al. Temporal and spatial characteristics of urban heat island in Changsha – Zhuzhou – Xiangtan area based on MODIS data[J]. Science of Surveying and Mapping, 2007, 32(5): 108 – 110, 116.

[5] 闫 峰,覃志豪,李茂松,等. 基于 MODIS 数据的上海市热岛效应研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2007,32(7):576 – 580.
Yan F, Qin Z H, Li M S, et al. On urban heat island of Shanghai City from MODIS data[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2007, 32(7): 576 – 580.

[6] 杨 鹏,陈 静,高 祺,等. 基于 MODIS 数据的石家庄城市热岛效应研究[J]. 河北遥感,2012(2):18 – 21.
Yang P, Chen J, Gao Q, et al. The research of Shijiazhuang urban heat island effect based on the MODIS data[J]. Journal of Hebei Remote Sensing, 2012(2): 18 – 21.

[7] Elvidge C D, Tuttle B T, Sutton P C, et al. Global distribution and density of constructed impervious surfaces[J]. Sensors, 2007, 7(9): 1962 – 1979.

[8] Schueler T R. The importance of imperviousness[J]. Watershed Protection Techniques, 1994, 1(3): 100 – 111.

[9] Arnold Jr C L, Gibbons C J. Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator[J]. Journal of the American Planning Association, 1996, 62(2): 243 – 258.

[10] Qin Z H, Dall'Olmo G, Karnieli A, et al. Derivation of split window algorithm and its sensitivity analysis for retrieving land surface temperature from NOAA – advanced very high resolution radiometer data[J]. Journal of Geophysical Research: Atmospheres(1984 – 2012), 2001, 106(D19): 22655 – 22670.

[11] Zhang P, Imhoff M L, Wolfe R E, et al. Characterizing urban heat islands of global settlements using MODIS and nighttime lights products[J]. Canadian Journal of Remote Sensing, 2010, 36(3): 185 – 196.

[12] 何全军,曹 静,黄 江,等. 基于多光谱综合的 MODIS 数据云检测研究[J]. 国土资源遥感,2006,18(3):19 – 22. doi:10.6046/gtzyyg.2006.03.05.
He Q J, Cao J, Huang J, et al. Cloud detection in MODIS data based on multi – spectrum synthesis[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2006, 18(3): 19 – 22. doi: 10.6046/gtzyyg.2006.03.05.

[13] 杨铁利,何全军. MODIS 数据的云检测处理[J]. 鞍山科技大学学报,2006,29(2):162 – 166.
Yang T L, He Q J. Cloud detection in MODIS data[J]. Journal of Anshan University of Science and Technology, 2006, 29(2): 162 – 166.

万方数据

[14] Wan Z M, Dozier J. A generalized split – window algorithm for retrieving land – surface temperature from space[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1996, 34(4): 892 – 905.

[15] Becker F. The impact of spectral emissivity on the measurement of land surface temperature from a satellite[J]. International Journal of Remote Sensing, 1987, 8(10): 1509 – 1522.

[16] Mao K B, Qin Z, Shi J, et al. A practical split – window algorithm for retrieving land – surface temperature from MODIS data[J]. International Journal of Remote Sensing, 2005, 26(15): 3181 – 3204.

Analysis of temporal – spatial variation of heat island effect in Pearl River Delta using MODIS images and impermeable surface area

HE Liqin[1], YANG Peng[1], JING Xin[1], YAN Lei[1], SU Linlin[1,2]

(1. *Beijing Key Lab of Spatial Information Integration and 3S Application, Peking University, Beijing* 100087, *China*;
2. *Information Engineering College, Capital Normal University, Beijing* 100037, *China*)

Abstract: The Pearl River Delta urban group is a region with rapid economic development; nevertheless, with the economic development, the heat island effect becomes increasingly obvious. Contrast with traditional point surveillance, the thermal infrared remote sensing method can make us understand the spatial distribution of urban heat island more intuitively. In this paper, the authors retrieved the land surface temperature (LST) of the four seasons of the Pearl River Delta region using the split window algorithm based on MODIS images, and divided the urban core and suburban region based on impermeable surface area (ISA), and finally obtained the surface urban heat island intensity. The results show that the Pearl River Delta region has a serious heat island phenomenon, with the most severe season being summer and the weakest season being winter. There is a tendency that the connection of cities has led to the formation of large urban heat island, especially in the two most serious cities, Foshan and Guangzhou. The heat island intensity is negatively correlated with NDVI value and positively correlated with the degree of the city's economic development. The research results would provide some ecological instructions for urban development planning of the Pearl River Delta region.

Keywords: heat island intensity; Pearl River Delta; MODIS; land surface temperature (LST); impermeable surface area (ISA); influence factor

(责任编辑: 李 瑜)

万方数据