

引用格式: Zhang Daowei, Guo Huadong, Sun Zhongchang. Estimating Surface Characteristic Parameters in the Megacities and the Research on Their Effects towards the Urban Heat Environment[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2012, 27(1): 51-57. [张道卫, 郭华东, 孙中昶. 超大城市地表特征参数估算及其对城市热环境的影响研究[J]. 遥感技术与应用, 2012, 27(1): 51-57.]

超大城市地表特征参数估算及其对城市热环境的影响研究

张道卫^{1,2,3}, 郭华东^{2,3}, 孙中昶²

(1. 华东师范大学地理信息科学教育部重点实验室, 上海 200062; 2. 中国科学院对地观测与数字地球科学中心数字地球科学实验室, 北京 100094; 3. 华东师范大学/中国科学院对地观测与数字地球科学中心—环境遥感与数据同化联合实验室, 上海 200062)

摘要: 近年来超大城市的下垫面环境发生了显著变化, 并对区域生态系统造成了明显的影响。因此有必要量化下垫面特征参数并研究它们之间的相互关系对城市热环境的影响。以北京市为例, 采用 2009 年 6 月 2 日 Landsat-5 TM 卫星影像提取城市不透水层百分比、地表温度、土地利用/土地覆盖和植被指数这些典型地表特征参数, 并分析它们之间的定量关系。研究表明: 随着城市化进程加快, 北京市高不透水面扩展到六环, 六环以内地表温度保持在 40 °C 以上, 特别是商业区等特高不透水面区域地表温度甚至高达 45 °C, 处于城市高温区域, 六环以内区域平均温度波动幅度不大。另外, 森林和农业用地的降温作用明显, 最高降温幅度达到 6 °C, 而且夏季裸土地表温度接近高密度居民区地表温度。

关键词: 超大城市; 城市热环境; 不透水层百分比; 植被指数

中图分类号: TP 79 文献标志码: A 文章编号: 1004-0323(2012)01-0051-07

1 引言

在过去的半个世纪里, 全世界的城市正处在史无前例的快速发展进程中。大量的城市化进程集中在大城市及超大城市周围, 并且形成大都市圈。大都市圈的形成对城市的经济发展至关重要, 而与此同时产生了很多的社会和环境问题。特别是, 大都市圈的形成改变了下垫面的物质组成, 从而对区域气候以及城市热环境产生了重要的影响, 加剧了城市热岛效应和城市圈小气候的产生, 并引发了温室效应。

近 30 a 来, 运用遥感数据估算区域地表特征参数的方法受到广泛重视, 并取得了一系列成果。Robert 等^[1]研究了变化的森林和不透水层对流域

排放特征的影响; Zhang 等^[2]利用亚像元影像分析方法研究与不透水层地表, NDVI 和 NDBI 有关的地表温度双时空特征; Yuan 等^[3]利用 Landsat TM 影像对城市地表热岛效应指示器不透水面和归一化植被指数进行对比分析研究; Xiao 等^[4]利用 TM 和 ETM+ 数据分析了北京市不透水层空间模式, 以及对地表温度的影响进行了研究; Lu 等^[5]利用不透水层进行城市土地利用分类研究, 以上研究大多数针对区域环境的个别参数, 没有进行各种参数的系统综合分析, 因此对区域城市环境监测是不完整的。

本文通过参数估算经验模型获取地表温度、植被指数等, 利用支持向量机 SVM(Support Vector Machine)分类算法提取城市不透水层和土地利用/土地覆盖, 充分利用 Landsat-5 TM 数据空间分辨

收稿日期: 2011-05-17; 修订日期: 2011-09-06

基金项目: 国家 973 计划项目“多平台遥感观测科学实验与环境信息模拟”(2009CB723906)。

作者简介: 张道卫(1986—), 男, 河南信阳人, 硕士研究生, 主要从事环境遥感与数据同化基础研究。E-mail: zdwabc@163.com。

率的优势,构建满足研究区域热环境尺度要求的典型陆地表面特征参数,挖掘各种地表特征参数之间的相关性,利用 2009 年 6 月 2 日 Landsat-5 TM 数据,计算并分析了北京市不同土地利用/覆盖类型下城市热环境的变化规律,为北京市城市化建设和提高人居环境提供了科学依据,也为城市热岛效应研究提供一些参考。

2 研究区与数据

2.1 研究区

北京的发展模式呈典型的由内向外发展的圈层式扩张特征。选择的区域内几乎包括有代表性的所有土地利用与覆被类型:中心商业区(CBD)、高密度居民区、低密度居民区、植被、裸土和水体。在过去的 30 a 中,北京是我国城市扩张最快的城市之一,正承受着剧烈的城市化过程。尽管城市化促进了城市的经济发展,但同时严重影响了城市热环境。

2.2 数据

采用 2009 年 6 月 2 日北京市 Landsat-5 TM 多光谱影像数据,数据质量较好,有少量云覆盖,影像投影转化为 UTM 投影且像素大小为 25 m。辅助数据为 2009 年 2 月 11 日获取的 13 幅没有冰雪、云覆盖的 WorldView 影像数据,影像的空间分辨率为 0.5 m,并且要和投影为 UTM 的 TM 影像进行校正,以进行精度验证。

2.3 预处理

首先对 TM 影像进行辐射定标,利用 Chander 等^[6]提出的方法将影像的 DN 值转化为标准的行星反射率,转换的参数(增益系数 gains,偏移量 bias)由影像头文件中直接获取。然后利用大气辐射校正软件 FLAASH 对辐射定标后的 TM 影像进行大气校正。卫星过境时研究区上空晴朗,仅在密云水库附近有少量云存在,为了消除影像上云及其阴影的影响,在不透水面提取和地表温度反演时对其进行剔除,方法是通过目视解译和合理的阈值对其进行掩膜^[7]。

3 研究方法

3.1 不透水层百分比的提取

不透水层是指天然或人造的能够阻止水渗透到地表以下的物质,例如房顶、沥青、水泥路面以及停车场等具有不透水性的地表面^[8]。作为城市环境的关键指数,不透水层百分比 ISP(Impervious Surface

Percentage)广泛应用于城市水文过程模拟、水质污染源污染以及城市专题制图等研究中。为了更好地提取 ISP,我们假定影像处于同等大气条件下。本研究中选择 4 个端元,分别为:高反照率(明亮的目标,例如水泥地和沙子)、低反照率(例如沥青路和水体)、植被以及裸土。反照率定义为从非发光体表面反射的辐射与入射到该表面的总辐射之比。通常来说,高反照率材料在图像上表现为亮色,而低反照率材料在图像上表现为暗色。利用 SVM 方法获取 4 个端元的百分比影像^[9]。通过分析不透水层与以上 4 个端元的关系,Wu 等^[10]发现在特征空间中不透水层与高反照率和低反照率接近线性关系。因此,不透水层可以通过以下关系式进行估算。

$$R_{\text{imp},p} = f_{\text{low}}R_{\text{low},p} + f_{\text{high}}R_{\text{high},p} + e_b \quad (1)$$

其中: $R_{\text{imp},p}$ 表示不透水层在波段 b 的反射率; f_{low} 和 f_{high} 分别为低和高反照率端元所占的比率; $R_{\text{low},p}$ 和 $R_{\text{high},p}$ 分别为低和高反照率端元在波段 b 的反射率; e_b 为模型残差。另外,此关系式满足的条件是:

$$f_{\text{low}} + f_{\text{high}} = 1 \text{ 且 } f_{\text{low}}, f_{\text{high}} \geq 0$$

基于以上模型,不透水层百分比能通过低反照率和高反照率百分比进行估算,而植被和裸土对于不透水层的估算几乎没有贡献。然而,在这个模型中,可能存在一些与不透水层有相似特征的地物而影响不透水层精度的估算。例如,低反照率物质(例如水体)和黑暗的不透水层(例如沥青路面)有相似的反射特征,而高反照率物质(例如干燥的土壤和沙子)往往会和明亮不透水层(例如建筑物房顶)相互混淆,这些物质必须被掩膜处理。然而,掩膜处理这些地物类型会影响不透水层的估算。另外,其他特征(如少量云、阴影和沙子)在整个影像中占很小的比例,因此,我们假定这些要素不会对 ISP 的估算产生很大的影响。水体可以通过改进归一化植被指数 MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index)^[11]进行掩膜,公式如下:

$$\text{MNDWI} = \frac{\rho_2 - \rho_5}{\rho_2 + \rho_5} \quad (2)$$

其中: ρ_2 与 ρ_5 分别表示第 2 波段 b_2 和第 5 波段 b_5 传感器处的反射率值(即辐射校正后的像素值),经验表明,当 $\text{MNDWI} \geq 0.1$ 时,这些像素代表的是水体,去除这些像素后,可以利用式(1)完全限定性混合模型进行不透水层百分比的估算^[12]。

3.2 植被指数的计算

采用传统的经验模型归一化植被指数 ND-

VI^[13],其计算公式为:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (3)$$

其中: NIR 为 Landsat-5 TM 近红外波段, R 为其红色波段。

3.3 陆地表面温度的提取

地表温度(LST)可以通过 Landsat-5 TM 第 6 波段热红外辐射强度值进行计算,具体算法是,首先将 TM 6 波段的 DN 值转化为辐射亮度值,对于 Landsat-5 TM 来说,可以用下式分别计算出各个波段每个像元的辐射亮度 L_λ 值,即:

$$L_\lambda = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{Q_{\text{calmax}} - Q_{\text{calmin}}} \cdot (DN - Q_{\text{calmin}}) + L_{\min} \quad (4)$$

其中: λ 为波段值,这里指 6 波段, L_λ 为像元在传感器处的光谱辐射值,单位为 $w/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$, L_{\max} 和 L_{\min} 为定标常数, Q_{calmax} 和 Q_{calmin} 为像元可取的最大值(255)和最小值(1或0)^[14]。这里 $Q_{\text{calmin}} = 1$ 。然后,将辐射亮度 L_λ 转化为地面亮温 T_B ,即:

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (5)$$

其中: T_B 为地面亮温(K), K_1 和 K_2 为定标参数,对于 Landsat-5 TM 数据, K_1 取 $607.76 W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$, K_2 取 $1260.56 K$ ^[7]。

最后,还必须把上面求得的地面亮温进一步转化为地表温度,原因是地面亮温和地表温度仍然存在差异,特别是天气晴朗干燥时,转化公式^[15]如下:

$$LST = \xi^{\frac{1}{4}} T_B \quad (6)$$

其中:LST 为地表温度,单位为 K, T_B 为地表亮温,单位为 K, ξ 为地物的比辐射率,根据 Nichol^[16] 的研究成果,植被覆盖区域的 ξ 取 0.95,无植被区域的 ξ 取 0.92。

根据上面的估算,得出 2009 年 6 月 2 日地表温度(LST)分布图,然后将结果减去 273 K,得到当地的地表温度,地表温度的分布范围为 $6.4 \sim 53.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

3.4 土地利用/土地覆盖分类

利用 2009 年 6 月 2 日 Landsat-5 TM 影像数据,经过前面的数据预处理之后,在国家土地利用分类标准的基础上,重新进行土地类型的划分,即城市商业区、高密度城市居民区、低密度乡镇居民区、农业用地、森林、裸土和水体 7 类,使用支持向量机分类方法进行分类,它是一种建立在统计学习理论基础上的机器学习方法,其主要思想是针对两类分类问题,在高位空间中寻找一个超平面作为两类分割,

以保证最小的分类错误率。而且 SVM 一个重要的优点是可以处理线性不可分的情况。

首先,在预处理后的影像中提取特征,即在其中利用感兴趣区寻找以上几种土地利用类型的样本区域。在选择过程中尽量做到每个像元尽可能为纯净像元,而且每个样本的选择不易过大且类型归属正确无误,同时要在影像中选择尽量多的样本(一般选择 30 个样本,每个样本包括 100 个左右的像元)。其次是 SVM 模型的设置,包括:① 选择一个合适核函数和核参数 G;② 指定损失参数 C。本文中使用的 RBF 核来构建分类器。另外,在 SVM 分类中指定参数 G 和 C 至关重要,因为这两个参数决定了边界的复杂度和分类好坏。在训练样本和建模过程中,使用了 Chang 等^[17]提出的 SVM 库中的 LibSVM 方法。该方法集成了 SVM 分类、回归、分布估算和多类别分类,设置参数后利用模型最后得出分类效果图。

3.5 精度评价

由于 NDVI、土地利用/土地覆盖分类、改进归一化水体指数(MNDWI)和地表温度(LST)等参数提取使用的是经验模型,而且经过了多次验证,因此在本文中并没有对这些参数提取进行验证。本文重点是对城市不透水层百分比进行了精度验证,验证方法是利用 13 幅北京市没有云、冰雪覆盖的 WorldView 影像。为了评估不透水层估算精度,在 TM 影像上随机选择 300 个 $100 m \times 100 m$ 大小的检验样本,同时在 0.5 m 分辨率 WorldView 影像上选择对应空间样本。对于每个样本,相对应的高质量 WorldView 影像进行人工解译来获取不透水层,进而计算每个检验点的不透水层百分比。利用估算的 ISP 和参考数据之间的回归系数(R^2)来评估 ISP 的估算精度,其计算公式为:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\hat{I}_i - \bar{I})^2}{\sum_{i=1}^N (I_i - \bar{I})^2} \quad (7)$$

4 结果与分析

4.1 特征参数提取及精度评估

经过以上城市特征参数的提取,可以得到如图 1 结果。随后利用 Worldview 影像获取的 ISP 真实值和估计值进行线性回归分析,得出如图 2 回归分析图,并通过计算得出回归系数 $R^2 = 0.9032$,基本达到了精度要求。

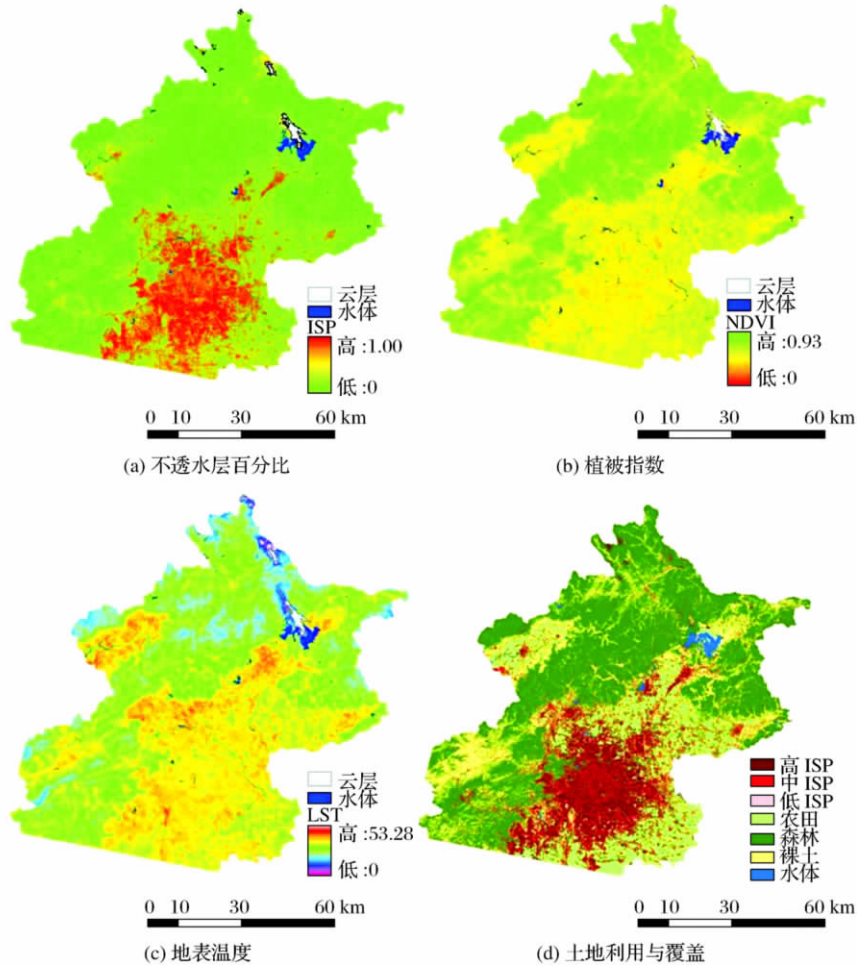


图 1 北京市地表 4 种参数(不透水层百分比、植被指数、地表温度、土地利用与覆盖)提取结果图

Fig. 1 The four extracted graphs for surface parameters (ISP, NDVI, LST, LULC)

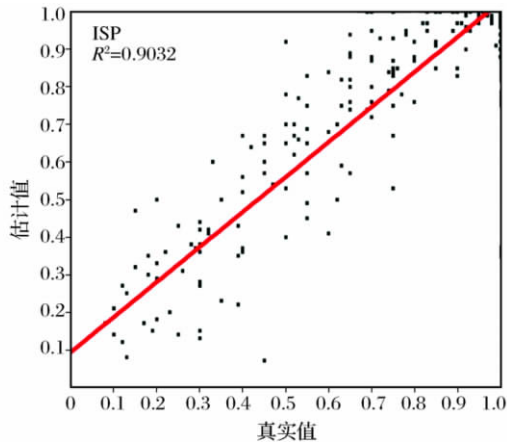


图 2 ISP 真实值与估计值之间的对比分析图

Fig. 2 The comparative analysis chart between ISP actual values and estimated ones

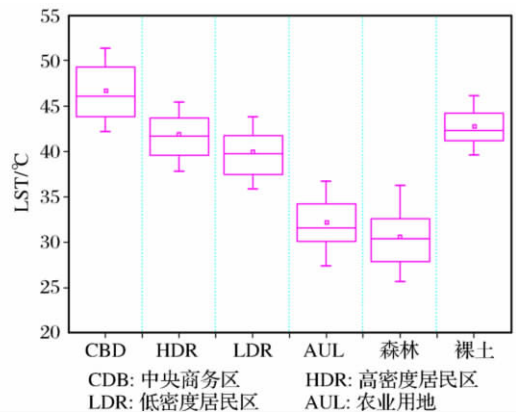


图 3 北京市不同的土地利用类型(LULC) LST 采样点统计方块图

Fig. 3 The statistics box chart for LST sample points in different LULC types of Beijing

4.2 地表特征参数对城市热环境影响分析

综合以上不透水层百分比(ISP)、归一化植被指数(NDVI)、地表温度(LST)和土地利用/土地覆盖 4 种地表特征参数,然后在二维空间进行两两对比

分析。通过多次回归分析和残差检验,ISP 与 NDVI 呈线性关系,如图 4(a)所示;ISP 与 LST 呈指数关系,如图 4(b)所示;并将 ISP、NDVI 和 LST 在三维空间进行分析,如图 4(c)所示。

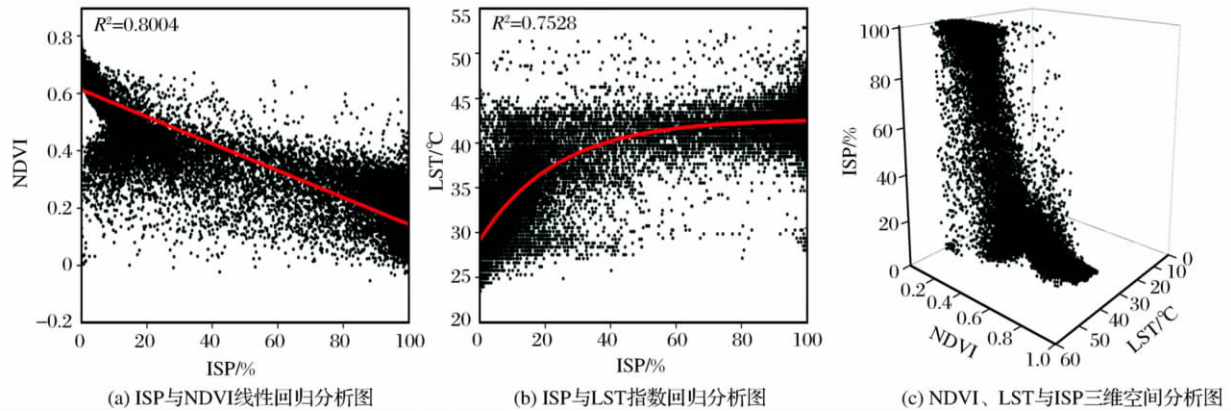


图 4 ISP、LST 和 NDVI 相互回归分析和三维空间分析

Fig. 4 Regression analysis and analysis of three-dimensional space of ISP, LST and NDVI

表 1 北京市不同区域不透水面百分比面积比例统计表

Table 1 The statistics table for the ISP areas in different zones of Beijing

ISP/%	Zone1/%	Zone2/%	Zone3/%	Zone4/%	Zone5/%	Zone6/%
0~10	6.21	4.55	4.94	8.85	18.59	67.12
10~20	3.27	3.62	3.11	5.07	9.70	11.60
20~30	3.25	3.89	3.01	3.67	5.27	3.66
30~40	3.41	4.10	3.03	3.06	3.85	2.15
40~50	3.55	4.08	3.07	2.82	3.31	1.62
50~60	4.02	4.42	3.45	2.91	3.21	1.41
60~70	4.47	5.18	3.91	3.29	3.36	1.36
70~80	6.33	6.39	5.22	4.08	3.99	1.46
80~90	10.01	9.68	8.45	6.50	5.84	1.87
90~100	55.48	54.10	61.83	59.73	42.88	7.75
ISP 均值	64.37	42.43	40.93	32.16	33.53	7.38
LST 均值/℃	40.93	40.68	41.32	41.26	40.96	34.50

从图 4(a)、(b)中,定量分析表明不透水面分布与植被指数呈显著负相关关系,而与地表温度呈正相关关系,且 R^2 分别为 0.8004 和 0.7528,从回归方程可以得出,不透水面百分比值每提高 0.1,植被指数下降 0.04,当 $ISP \leq 0.6$,ISP 值每增加 0.1,LST 值增加 2.3°C ,当 $ISP \geq 0.6$,ISP 值每增加 0.1,LST 值增加 0.42°C ,地表温度在高不透水层上升速度低于低不透水层区域,从图 4(b)也可看出。三者的三维空间分布如图 4(c)所示,呈现一种倾斜的花瓶型;然后按 CBD、高密度居民区、低密度居民区、农业用地、森林和裸土 6 种土地类型采样统计 LST 值,采样依据是在高分辨影像 WorldView 中选择 6 种土地类型的采样点,每种采样点数目为 20 个,然后将采样点匹配到地表温度提取图中,统计每种土地类型地表温度,得出如图 3 所示的方块图,图中 CBD、高密度居民区和低密度居民区 LST 值较大,前者依次比后者均值大,农业用地和森林 LST 值较小,降温效应明显,而裸土 LST 均值较大,接近高密度居民区 LST 均值,由此得

出裸土不具有降温效应。

在表 1 中,Zone1 到 Zone6 分别代表二环内到六环外,可以看出北京市六环以内高不透水层区域比例较高,而且从二环到六环,高不透水层面积比例达到 50%以上,中低不透水层面积比例相差不大,六环以外低不透水层面积比例达到 50%以上,ISP 均值从二环到六环依次降低;六环以内平均地表温度整体相差 $1\sim 2^\circ\text{C}$,六环外与六环内相差 6°C 。总体上可以看出北京市六环以内不透水层百分比和温度相差不大,但是和六环以外相差较大,北京市六环以内平均地表温度都保持在 40°C 以上,形成了城市的高温热岛区域,特别是六环以内一些高不透水层区域地表温度甚至高达 45°C ,高密度居民区和低密度居民区温度依次比商业区温度低,而且六环以内区域平均温度波动幅度不大,由于研究区域的时间是 2009 年 6 月 2 日,正处于夏季,整体地表温度相对都很高,六环以内城区和六环外的非城区温度相差较大,说明北京城区夏季热岛效应明显;另外,图 6 显示了在图 5 中 AB 剖

面线 LST 对应的值, AB 是一条贯穿北京城区西南角到东北角的剖面线, 从图中可以看出剖面线两端(六环以外)温度相对较低, 基本处于 35°C 以下, 内侧温度(六环以内)温度相对较高, 大部分处于 35°C 以上, AB 剖面线呈现中间高两端低情况, 而且在中间地表温度出现波动, 除个别点(水体、城市内林地等), 剖面线内侧(六环内)地表温度波动幅度较小, 并处在城市热环境中的高温区。

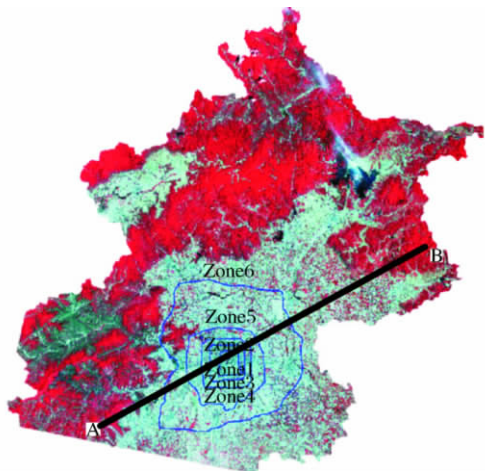


图 5 北京市不同区域划分及 AB 剖面线

Fig. 5 Different zones in Beijing and profile line AB

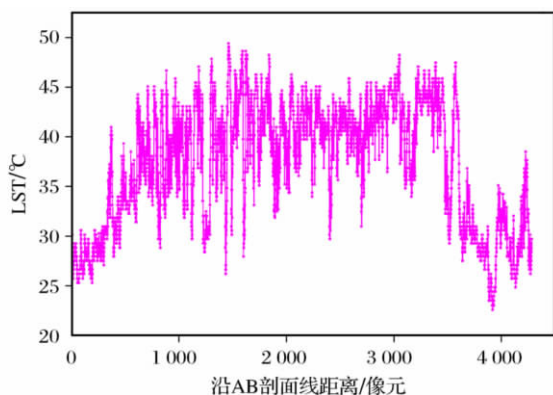


图 6 沿图 5 中 AB 剖面线对应的 LST 值

Fig. 6 The corresponding LST along the AB line

5 结 语

本文通过分析影像特征, 采用经验模型和改进方法相结合的方法, 提取与城市热环境有关的几种特征参数, 包括归一化植被指数、地表温度、地表不透水层百分比和土地利用/土地覆盖等参数, 并对其中的参数精度进行验证, 主要采用经过数据处理后的 13 幅 WorldView 影像数据。然后主要对植被指数、不透水层百分比和地表温度两两进行回归分析, 并得出三者的三维空间分析图, 另外, 利用高分辨率

影像, 采样各个类别土地类型(包括城市商业区、高密度城市居民区、低密度乡镇居民区、农业用地、森林、裸土), 在已提取的土地利用/土地覆盖图基础上统计采样点的 LST 值, 然后绘出相应的方格图。并得出相应结论, 森林和农业用地在城市中的降温作用明显, 处于城市环境地表低温区; 高不透水面地表温度较高, 引起局部地区温度升高, 从而使城市内部出现热岛效应; 裸土区域植被覆盖度不高, 同样也会导致局部区域地表温度升高。

参考文献 (References):

- [1] Robert C, Raymond K, Miles G. Effects of Changing Forest and Impervious Land Covers on Discharge Characteristics of Watershed[J]. *Environmental Management*, 2004, 34(1): 91-98.
- [2] Zhang Y S, Inakwu O, Han C D. Bi-temporal Characterization of Land Surface Temperature in Relation to Impervious Surface Area. NDVI and NDBI, Using a Sub-pixel Image Analysis [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2009, 11: 256-264.
- [3] Yuan F, Marvin E. Comparison of Impervious Surface Area and Normalized Difference Vegetation Index as Indicators of Surface Urban Heat Island Effects in Landsat Imagery[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2007, 106: 375-386.
- [4] Xiao R B, Yang Z Y, Zhang H, et al. Spatial Pattern of Impervious Surface and Their Impacts on Land Surface Temperature in Beijing, China[J]. *Journal of Environmental Sciences*, 2007, 19: 250-256.
- [5] Lu D S, Weng Q H. Use of Imperious Surface in Urban Land-use Classification [J]. *Remote Sensing of Environmental*, 2006, 102: 146-160.
- [6] Chander G, Markham B. Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Post Calibration Dynamic Ranges [J]. *IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing*, 2003, 41(11): 2674-2677.
- [7] Reza A, Weng Q H, Abbas A, et al. Spatial-temporal Dynamics of Land Surface Temperature in Relation to Fractional Vegetation Cover and Land Use/Cover in the Tabriz Urban Area, Iran[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2009, 113: 2606-2617.
- [8] Zhao Junhua. The Remote Sensing Research on the Urban Heat Island [J]. *Urban Environment & Urban Ecology*, 1994, 7(4): 40-43. [赵俊华. 城市热岛的遥感研究[J]. *城市环境与城市生态*, 1994, 7(4): 40-43.]
- [9] Sun Z C, Guo H D, Li X W, et al. Estimating Urban Impervious Surfaces from Landsat-5 TM Imagery Using Multilayer Perceptron Neural Network and Support Vector Machine[J]. *Journal of Applied Remote Sensing*, 2011, 5(1): DOI: 10.1117/1.3539767.
- [10] Wu C S, Alan T. Estimating Imperious Surface Distribution

- by Spectral Mixture Analysis[J]. Remote Sensing Environment, 2003, 84: 493-505.
- [11] Xu H Q. A Study on Information Extraction of Water Body with the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)[J]. Journal of Remote Sensing, 2005, 9: 589-595.
- [12] Carlson T, Arthur S. The Impact of Land Use/Land Cover Changes Due to Urbanization on Surface Microclimate and Hydrology: A Satellite Perspective[J]. Global and Planetary Change, 2000, 25: 49-65.
- [13] Zhao Yingshi. Principles and Methods of Ananalysis of Remote Sensing Applications[M]. Beijing: Sciences Press, 2003: 373-374. [赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 373-374.]
- [14] Gyanesh C, Brian M. Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Post Calibration Dynamic Ranges[J]. IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing, 2003, 41: 2674-2677.
- [15] Liu Zhiwu, Lei Zhidong, Dang Anrong, *et al.* The Application of the Evaporation Estimation Using Remote Sensing Technology and SEBAL Model in the Arid Zone[J]. Journal of Tsinghua University (Science and Technology), 2004, 44 (3): 421-424. [刘志武, 雷志栋, 党安荣, 等. 遥感技术和 SEBAL 模型在干旱区蒸发量估算中的应用[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2004, 44(3): 421-424.]
- [16] Nichol J. A GIS-based Approach to Micro-climate Monitoring in Singapore's High-rise Housing Estates[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1994, 60 (10): 1225-1232.
- [17] Chang C C, Lin C J. LIBSVM: A Library for Support Vector Machines[J]. Neural Computation, 2001, 13(9): 2119-2147.

Estimating Surface Characteristic Parameters in the Megacities and the Research on Their Effects towards the Urban Heat Environment

Zhang Daowei^{1,2,3}, Guo Huadong^{2,3}, Sun Zhongchang²

(1. Key Laboratory of Geographic Information Science, Ministry of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. Center for Earth Observation and Digital Earth, Beijing 100094, China; 3. Joint Laboratory for Environmental Remote Sensing and Data Assimilation, ECNU & CEODE, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200062, China)

Abstract: In recent years the significant changes have been occurred in the land surface environment of the megacities, and it has also brought the great impact to the ecosystem in regions. Therefore, it is urgent to quantity various kinds of land surface characteristic parameters in urban and research their relationships, so as to analysis their effects towards the urban heat environment. For this reason, we take the municipality of Beijing as an example to extract four typical surface parameters with Landsat-5 TM remote sensing image on June 2, 2009, including the percentage of impervious layer, land surface temperature, land use/land cover and vegetation index, and their quantitative relationships have been analyzed. Finally, it can be found that the high impervious surface region has been expanded to the six-ring in Beijing with the rapid development of the urbanization, and the LST maintained at 40 °C or more within the six-ring, where it was the high temperature region. Especially in the business districts the LST was as high as 45 °C, and the LST fluctuant magnitude was small within the six-ring. What's more, the forest and agricultural land played the role of cooling effect at the maximum cooling scale of 6 °C, and it was clear that the LST of the bared soil region nearly arrived at that of high-density resident in the summer.

Key words: Megacity; Urban heat environment; Percentage of impervious layers; Vegetation index