

河谷型城市土地利用类型及格局 的热环境效应遥感分析

——以兰州市为例

潘竞虎^{1,2}, 冯兆东², 相得年¹, 张庆国¹

(1. 西北师范大学地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070;

2. 兰州大学资源环境学院, 甘肃 兰州 730000)

摘要:以河谷型城市兰州为例,采用 Landsat ETM+遥感影像为基本数据源,定量反演了地表温度(LST)和植被指数(NDVI),利用 GIS 空间分析方法,分析了 LST 和 NDVI 在不同土地利用类型之间的差异以及二者之间的定量关系,并引入多样性和聚集度指数,讨论了在不同土地利用的空间组合下,LST 和 NDVI 的空间差异及相互关系。结果显示:LST 和 NDVI 具有明显的相关性,中心城区 LST 表现出热岛效应,而 NDVI 则为低谷效应;土地利用斑块和类型两种尺度水平上 LST 和 NDVI 均具有明显负相关的线性关系,城市内部不同土地类型所产生的热环境效应不同;土地利用多样性越丰富、聚集度越小的区域,其温度对地表植被覆盖的敏感性越弱。

关键词:城市热岛;生态环境效应;土地利用;兰州市

中图分类号:Q143;X171.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-0323(2008)02-0202-06

1 引言

城市化是社会发展的必然趋势,随着城市化进程不断加速,大量的农村景观生态元面积逐渐减少,引发地表水分蒸散减少、径流加速、显热的存储和传输增加以及水质降低等一系列的生态环境问题,其中最显著的两个特征就是城市地表景观的单一化和热岛的出现。河谷型城市是指城市或建成区主体在河谷中形成和发育的城市^[1],由于城市主体发育既受到周边山脉的限制又受到谷内河流的分割,地域空间狭窄且完整性差,受到河谷地形及其周围山地或丘陵较为强烈的直接限制,伴随社会经济发展和人口规模的扩大,势必出现人多地少以及一系列“城市病”问题,给城市运营造成巨大压力。因此,对其土地利用与覆被变化所带来的生态环境效应的研究对城市可持续发展显得愈加重要。兰州市作为西部河谷型城市的典型代表,目前正处于工业化初期阶段,城市化所引起的环境问题(城市热岛、大气污染等)日益突出。从土地利用的角度研究环境效应是

解决城市环境问题的关键,目前对于河谷型城市土地利用类型的经济效益和社会效益研究成果较多,而对其生态环境评价相关的研究还不多见。基于此,以兰州市中心城区作为研究区,利用遥感影像反演地表温度和植被指数两个生态环境指标,借助空间分析方法将其与土地利用结合起来,来获取土地利用类型区及其空间组合下的生态环境状况,以期高性价比的中等分辨率遥感影像在河谷型城市生态评价与城市规划中的应用提供一种新的思路。

2 研究区概况

兰州位于陇西黄土高原西部,青藏高原的东北缘。辖五区三县,红古城区距离其余四城区较远而保持了相对的独立性。所以,本研究中兰州中心城区特指主城区,即城关、七里河、安宁及西固4个城区。主体位于南北两山之间的黄河谷地,并沿河东西带状延伸,是一个典型的河谷型城市。兰州属于典型的大陆性干旱气候,雨量少而集中,年均降雨量324.8 mm,年蒸发量1 486 mm,年均气温9.3℃。

收稿日期:2007-11-07;修订日期:2008-03-05

基金项目:国家自然科学基金项目(40671061);甘肃省自然科学基金项目(0710RJZA104)。

作者简介:潘竞虎(1974—),男,讲师,在职博士生,研究方向为环境遥感与空间经济分析。E-mail:panjh_nwnu@nwnu.edu.cn。

2005 年建成区面积 139 km²,人口 182 万。由于主城区位于河谷盆地之中,空气流动性差且有大量工业废气排放,致使空气环境质量较差,城市热岛效应明显。加之位于西北内陆区,降水稀少且水资源有限,城区以绿地为主的生态环境建设不容乐观。

3 研究方法

3.1 数据获取与处理

本文采用的数据源为 2004 年 8 月 20 日的 8 波段 Landsat ETM+影像,轨道号 130,行号 35,辅助数据包括兰州市道路、河流、行政区划、居民点等基础地理信息数据以及气象统计数据。图像预处理过程在 ERDAS 软件中完成,几何校正采用选取地面控制点的多项式法进行,RMS 误差小于 1 个像元。将全色影像和多光谱影像利用主成分替换法进行图像融合,得到像元分辨率为 15 m 的多光谱影像。根据城市土地利用的功能特征,考虑到区域研究尺度的特点以及资料的可获得性,将研究区域内土地利用类型划分为绿地、建设用地、水域和未利用地 4 种类型。在 ArcView 中采用目视判读,对遥感影像进行解译,人工数字化后得到了土地利用类型的空间矢量数据(如图 1,见图版Ⅲ)。其中,主城区边界取自兰州市城市总体规划(2001~2010 年)。

3.2 植被指数的计算

城市热环境与植被覆被所引起地表蒸腾减少是相关的,归一化差值植被指数(NDVI)是表征植被覆盖状况和陆地辐射温度很好的指标^[2]。利用 6S 模型对 ETM+反射率影像进行大气校正,然后利用公式(1)求得 NDVI(如图 2,见图版Ⅲ):

$$NDVI = \frac{\rho_4 - \rho_3}{\rho_4 + \rho_3} \tag{1}$$

其中: ρ_3 、 ρ_4 分别为 ETM+影像红色波段和近红外波段的反射率。

3.3 陆地表面温度的反演

3.3.1 亮度温度反演

采用公式(2)将 ETM 热红外影像像元灰度值 DN₆ 转换为亮度温度 T₆^[3]:

$$T_6 = \frac{K_2}{\ln(1 + K_1/L_6)} \tag{2}$$

其中:L₆ 是大气顶部的辐射亮度,L₆ = L_{min} + (L_{max} - L_{min})DN₆/255,L_{min}、L_{max} 为热红外波段中最大和最小辐射值,可在图像头文件中获得,本研究中 L_{max}、L_{min} 取 1.265 mW·cm⁻²·sr⁻¹和 0.32 mW·cm⁻²·sr⁻¹;K₁、K₂ 为常数,对 ETM6 图像 K₁、K₂

取 66.609mW·cm⁻²·sr⁻¹·μm⁻¹和 1 282.71 Kelvin。

3.3.2 地表真实温度反演

采用覃志豪^[4]提出的单窗算法反演地表的真实温度,公式为:

$$T_s = \{a_6(1 - C_6 - D_6) + [b_6(1 - C_6 - D_6) + C_6 + D_6]T_6 - D_6T_a\}/C_6 \tag{3}$$

其中: $a_6 = -60.326$, $b_6 = 0.434$;C₆、D₆ 是中间变量,C₆ = ε₆τ₆,D₆ = (1 - τ₆)[1 + τ₆(1 - ε₆)];T_a 为大气平均作用温度,T_a = 16.011 + 0.926 21T₀;τ₆ 为大气投射率,可根据大气中的水汽含量对大气透射率进行估计,τ = 0.974 3 - 0.080 1ω,其中,ω 是大气水汽含量,ω = 0.189p + 0.342^[5],p 是绝对水汽压,p = 0.610 8 · exp $\left[\frac{17.27(T_0 - 273)}{237.3 + T_0 - 273}\right]$ · RH^[6],

RH 为相对湿度。根据兰州中心气象台 8 月下旬多年平均观测数据,T₀ 和 RH 分别取 295.2 和 52%。ε₆ 为地表比辐射率,当 NDVI < 0.05 时,取 ε₆ = 0.973;当 NDVI > 0.7 时,取 ε₆ = 0.99;当 0.05 ≤ NDVI ≤ 0.7 时,ε₆ = 0.004P_v + 0.986,P_v 为植被在像元中的比重,P_v = (NDVI - NDVI_s)/(NDVI_v - NDVI_s),其中,NDVI_v 和 NDVI_s 分别表示植被和裸土的 NDVI 值,本文中 NDVI_v 和 NDVI_s 分别取 0.70 和 0.05。

在 ERDAS 8.7 中利用空间建模工具完成上述运算,获得地表温度(LST)图,并将像元重分类为低温、次低温、次中温、中温、次高温、高温、特高温区 7 个等级(如图 3,见图版Ⅲ)。

3.4 热场剖面曲线分形

采用尺度变换法^[7],选择大小不同的正方形格网去近似分维图形。用边长为 R 的正方形网叠在曲线之上,计算包含有曲线的网格总数 N。不断变更 R 的尺寸,可得到一组 N。满足式(4):

$$\log N = C_0 - D \times \log R \tag{4}$$

其中:N 为不同 R 对应的方格数;R 为不同的边长;C₀ 为常数;D 则为曲线的分维值。

3.5 景观指数的计算

为综合衡量城市土地利用空间分布与组合的生态格局特征,引入景观生态学中景观类型多样性指数和聚集度指数,用于表征对不同景观丰富度和均匀度等的反应^[8]。计算公式为:

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m P_i \times \log P_i \tag{5}$$

$$CONT = 1 + \left[\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m [(P_i)(g_{ik} / \sum_{k=1}^m g_{ik})] \cdot [\ln(P_i)(g_{ik} / \sum_{k=1}^m g_{ik})] \right] / [2\ln(m)] \tag{6}$$

其中:SHDI 为多样性指数;CONT 为聚集度指数; P_i 为每个斑块*i* 所占的面积比例; m 为斑块数目; g_{ik} 为斑块*i* 与斑块*k* 之间的距离。

4 结果与分析

4.1 LST 与 NDVI 的空间分异分析

由图 1 可知,对于城市陆地表面温度的格局来说,作为兰州中心区的城关区要远远高于城市边缘区和以农村为主的近郊区,城市热岛效应十分明显。在城市热岛内部,地表温度的差异也十分显著,热岛中心主要集中在 5 个区域:民主路、盐场路、西关什字、西津路以及西固工业区。对比图 1 和图 2 可看出,LST 与 NDVI 具有显著相反的空间格局,对于 LST,城市中心区要远远高于城市边缘区,而 NDVI 则是城市边缘区要明显高于城市中心区。对于城市建筑,LST 对应高值,NDVI 则为低值。而对于农业用地、公园绿地,则 NDVI 表现为高值,LST 则为低值。不过对应于水面则是一个特例,二者都是低值。

为了进一步揭示 LST 和 NDVI 在不同方向上变化趋势的差异,采用图像剖面线分形的方法,分别提取 LST 和 NDVI 在东西和南北方向上每一个像元的值,结果分别如图 4 和 5 所示。

从图 4 和 5 可以看出,不论是东西方向,还是南北方向,LST 和 NDVI 的值都具有明显相反的变化趋势。宏观上,对于 LST,在西关什字—广场西口—民主西路围成的区域内形成一个高值区,也就是城市热岛的范围。这个区间恰好是 NDVI 的低值区,形成低谷效应。在微观上,LST 的高值“山

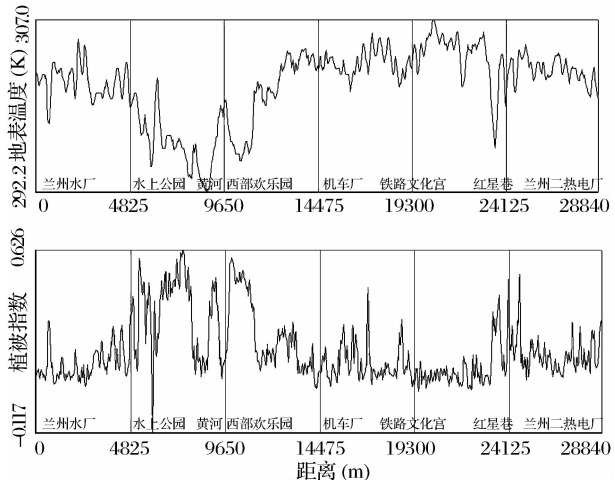


图 4 东—西向剖面线上 LST 与 NDVI 变化对比

Fig. 4 LST and NDVI variance along E-W profiles

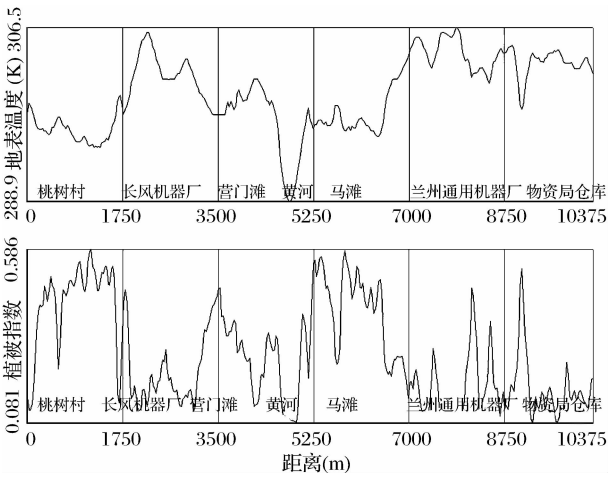


图 5 南—北向剖面线上 LST 与 NDVI 变化对比

Fig. 5 LST and NDVI variance along S-E profiles

峰”恰好对应 NDVI 的低值“山谷”,例如东西方向上的桃树村、马滩都具有这个特征。

为了研究其热场方向性结构,对比城区差异,利用盒子法计算每个剖面的分形数,结果显示,东西向的 LST 剖面线的分形数为 1.337,NDVI 剖面线的分形数为 1.417;南北向分别为 1.117 和 1.263。东西向上 LST 与 NDVI 剖面线的分形数较大,剖面曲线高低起伏,温度梯度大,热力景观复杂多样,热场分布极不均匀;南北向上 LST 与 NDVI 剖面线温度曲线分形数小于东西向上 LST 与 NDVI 剖面线分形数,剖面曲线比较平缓,温度等级小,热力景观单一,分布均匀。导致这一现象的决定性因素是东西剖面上各种景观类型的斑块大小、数量及其空间组合,特别是城市景观在空间上的分布均匀程度大于南北向,这与兰州市作为河谷型城市受地形限制,城市沿东西方向展布的实际是相符的。

4.2 土地利用与地表温度的定量关系分析

大量研究发现,水体具有特殊性,温度与 NDVI 具有正相关关系^[9]。因此,在从土地利用斑块的尺度水平上研究温度与植被的关系时将水面分开对于结果无疑具有重要意义。图 6 显示的是对水面进行掩膜处理后,各土地利用斑块内 LST 与 NDVI 的二维散点图以及线性回归结果。图 6 表明,对于土地利用斑块来说,LST 和 NDVI 具有显著的负相关关系, R^2 达到 0.634,通过了置信度 $\alpha=0.01$ 水平的显著性检验。对于土地利用来说,植被覆盖程度越高,将导致更高的蒸腾率^[10],同时加速陆地表面和大气层之间的潜热与显热的交换,而具有较低的地表温度。

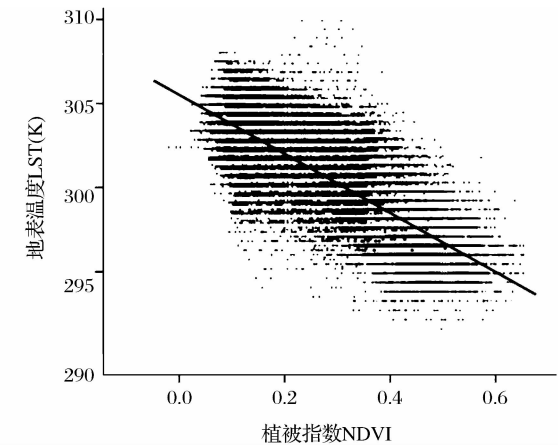


图 6 斑块水平上 LST 和 NDVI 均值的散点图和回归拟合线

Fig. 6 Scatter plot linear regression of Mean LST and NDVI by every land use polygon

此外,从土地利用类型水平上考察了 LST 与 NDVI 的定量关系(表 1)。其中 Y 为 LST,X 为 NDVI。表 1 显示,所有回归结果的相关系数检验都在 0.01 置信度上显著,水域的 LST 与 NDVI 呈现明显的负相关关系。除水域外,回归函数中一次项系数最大的是未利用地,最小的是绿地。也就是说随着 NDVI 增加,未利用地的地表温度降低最慢,而绿地温度降低最快,随着建成区的扩张,城市绿地的地表温度要远比未利用地敏感。

基于土地利用的回归分析结果显示,不论是斑块水平,还是类型水平上,LST 和 NDVI 都具有显著的负相关关系。建设用地、未利用地等少植被覆盖的地区,其相应的地表温度比有植被覆盖的地表温度要高。散布在城市中的绿化带和水域,

表 1 基于土地利用类型的 LST 与 NDVI 的回归分析结果

Table 1 Linear regressions for the relationship between LST and NDVI by land use types						
类型	回归函数	样本数	相关系数	R ²	显著度系数	显著度
绿地	$Y = -10.105X + 300.216$	3500	-0.941	0.886	0.000	* *
建设用地	$Y = -5.665X + 304.949$	5320	-0.867	0.752	0.000	* *
未利用地	$Y = -1.739X + 303.348$	1450	-0.712	0.507	0.022	* *
水域	$Y = 20.701X + 304.949$	650	0.601	0.361	0.000	* *

* 在 0.05 的置信度水平上显著相关(双尾检验),* * 在 0.01 的置信度水平上显著相关(双尾检验),下表同

对于减轻城市的热岛效应,改善城市局部的热环境状况无疑是更有效的。

4.3 土地利用格局对 LST 和 NDVI 的影响

在景观统计软件 FRAGSTATS3.3 支持下,采用 500 m×500 m 移动窗口与土地利用、LST、NDVI 图层叠置,获得 SHDI 和 CONT 的空间分布格局图(如图 7,见图版Ⅲ)。将图 7 与图 2、图 3 对比可知,SHDI 的空间分布与 LST 和 NDVI 具有明显的差异,SHDI 高值窗口主要分布在两个区域,一个是 CBD 所处的西关什字附近,另外一个为黄河沿岸的区域。前者由于具有最高的地价导致土地斑块破碎度较大;后者则由于自然和人文景观类型较复杂所致。相关分析结果表明,在 500 m 幅度移动窗内,SHDI 与 LST 弱负相关,相关系数为-0.321 8,在 0.01 置信度水平上显著,说明 LST 不仅受土地类型本身的影响,同时受到其空间组合影响,在不考虑其它因素下,这种影响是负向的,即多样性越大,LST 越低;对于 SHDI 与 NDVI 则存在正相关,说明 SHDI 对 NDVI 的影响是反向的,二者的相关系数为 0.483 7。与此相对,多样性低的区域,聚集度高;聚集度越高的地区,其植被指数越趋向于较低的

状态,而地表温度却趋于高温、特高温区。

对 SHDI 和 CONT 按四分位数法分类,然后在每一类上建立 LST 和 NDVI 的线性回归模型,分析 LST 和 NDVI 的关系在不同多样性和聚集度条件下的变化特征,结果如表 2 和表 3 所示,所有相关系数在 0.01 置信水平上都高度显著。回归函数的常数项体现了不同多样性水平上地温的本底值,随着多样性的增加,常数项单调减少,说明了城市景观的多样性对城市地表温度的贡献是反向的。景观类型越丰富的区域,LST 的本底值却相应地越低;而聚集度水平上的本底值则随着聚集度的增加,常数项单调增加,说明城市景观的聚集度对于城市的地温的贡献是正向的,这恰好印证了 LST 随着景观多样性的增加降低的规律。而一次项系数则决定了地表温度对于地表植被覆盖变化的敏感性。从表 2 可以看出,一次项系数的绝对值随着多样性的增加而单调减少,说明多样性越低的区域,地表温度对植被变化的响应越敏感,这一规律也可从不同多样性水平上的 LST 与 NDVI 的相关系数上反映出来,随着 SHDI 的增加,相关系数的绝对值是单调减少的。从不同聚集度水平上的 LST 与 NDVI 的回归分析

中亦可得到印证,限于篇幅,这里不再赘述。值得注意的是,以上结论与平原城市的类似研究结果恰恰

相反,这也反映出兰州作为西部河谷型城市的景观特征与平原型城市存在巨大差异。

表 2 在不同多样性上 LST 与 NDVI 的回归结果

Table 2 Linear regressions of LST and NDVI by different SHDI level

四分位数	回归函数	样本数	相关系数	R^2	显著度系数	显著度
≤ 0.4593	$Y = -10.440X + 306.049$	2540	-0.973	0.947	0.000	* *
$0.4593 \sim 0.6827$	$Y = -5.876X + 303.598$	2520	-0.862	0.743	0.000	* *
$0.6827 \sim 0.9181$	$Y = -4.721X + 302.017$	2570	-0.798	0.637	0.000	* *
≥ 0.9181	$Y = -1.338X + 298.252$	2600	-0.761	0.579	0.000	* *

表 3 在不同聚集度上 LST 与 NDVI 的回归结果

Table 3 Linear regressions of LST and NDVI by different CONT level

四分位数	回归函数	样本数	相关系数	R^2	显著度系数	显著度
$\leq 45.18\%$	$Y = -1.072X + 297.806$	2540	-0.776	0.602	0.370	* *
$45.18\% \sim 57.45\%$	$Y = -5.226X + 301.625$	2700	-0.792	0.627	0.000	* *
$57.45\% \sim 68.73\%$	$Y = -5.572X + 302.991$	2600	-0.865	0.748	0.000	* *
$\geq 68.73\%$	$Y = -9.527X + 305.510$	2560	-0.963	0.927	0.000	* *

5 结 语

本文基于 ETM+遥感数据和 GIS 空间分析方法,对河谷型城市兰州中心城区的地表温度进行了反演,分析了 LST 和 NDVI 的空间格局及其与土地利用的关系。研究发现,兰州市中心城区热岛效应明显。城市内部不同土地利用类型对城市热岛效应的贡献不同。通过移动窗口,分别获得了城市地表温度和土地利用多样性及聚集度的空间分布格局,进一步分析城市地表温度与不同土地类型空间组合状况的相关关系。结果揭示,在 500 m 的尺度上地表温度与土地利用多样性具有负相关关系,NDVI 则与 SHDI 呈正相关关系;LST 随着景观多样性的增加而降低,随聚集度增加而增加。

因此,从本文的研究结果可见,从土地利用的角度来缓解城市热岛效应,改善城市热环境,除了在城市中布局一定数量的公园、绿地、水面等热容量较高的土地类型外,还要重视各种土地利用类型之间合理的空间组合与优化布局,合理进行城市景观规划。从景观的多样性和聚集度与地表温度的规律中可以发现:对于河谷型城市而言,合理增加城市景观的多样性,减少聚集度,对于抑制城市热岛具有重要的作用。因此,保证绿地、水域与硬质建筑的相互渗透与均匀布局,从而抑制城市热岛呈大面积连片分布,改善城市的生态环境,促进人居环境的优化。

研究过程中也发现,在不同的景观空间格局水

平上,LST 随 NDVI 变化的幅度并不是均匀的,而表现为一种近似的对数关系。因此,通过建立不同尺度水平上的 LST 与 NDVI 变化幅度的精确微分数学模型,来模拟出曲线,应当是下一步研究的重要方向。此外,对于兰州这样的河谷型城市,由于逆温层增温导致冬季的热岛效应更为显著^[11],若能获取到冬季的遥感影像开展研究,将使研究结论更加全面和客观。

参考文献:

[1] Yang Y C, Liu Z G. Research on Environmental Problem and Its Reason of Some Valley-cities in Western China[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2004, 18(2): 80-85. [杨永春, 刘志国. 中国西部河谷型城市环境问题及其成因研究[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(2): 80-85.]

[2] Lo C P, Quattrochi D A, Luval J C. Application of High-resolution Thermal Infrared Remote Sensing and GIS to Assess the Urban Heat Island Effect[J]. International Journal of Remote Sensing, 1997, 18: 287-303.

[3] Guo H, Gong W F, Li Y, et al. Relationship between Heat Island Effect and Vegetation in Harbin City: RS and GIS Based Quantitative Study[J]. Journal of Natural Disasters, 2007, 16(2): 22-26. [郭红, 龚文峰, 李雁, 等. 哈尔滨市热岛效应与植被的关系——基于 RS 和 GIS 的定量研究[J]. 自然灾害学报, 2007, 16(2): 22-26.]

[4] Qin Z H, Zhang M H, Karnieli A, et al. Mono-window Algorithm for Retrieving Land Surface Temperature from Landsat TM 6 Data[J]. Acta Geographica Sinica, 2001, 56(4): 456-466. [覃志豪, Zhang M H, Karnieli A, 等. 用陆地卫星 TM6 数据演算地表温度的单窗算法[J]. 地理学报, 2001, 56(4):

456-466.]

[5] Yang J M, Qiu J H. The Empirical Expressions of the Relation between Precipitable Water and Ground Water Vapor Pressure for Some Areas in China[J]. Scientia Atmospherica Sinica, 1996, 20(5): 620-626. [杨景梅, 邱金恒. 我国可降水量同地面水汽压关系的经验表达式[J]. 大气科学, 1996, 20(5): 620-626.]

[6] Jia Y W, Wang H, Ni G H. Theory and Practice of Watershed Distributed Hydrology Model[M]. Beijing: China WaterPower Press, 2005. [贾仰文, 王浩, 倪广恒, 等. 分布式流域水文模型原理与实践[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.]

[7] Chen Y H, Shi P J, Li X B. Research on Urban Spatial Thermal Environment Using Remote Sensing Image: Fractal Measurement of Thermal Field Structure & Its Change[J]. Acta Geodaetica Et Cartographic Sinica, 2002, 31(4): 322-326. [陈云浩, 史培军, 李晓兵. 城市空间热环境的遥感研究——热场结构及其演变的分形测量[J]. 测绘学报, 2002, 31(4): 322-326.]

[8] Yue W Z, Xu L H. Thermal Environment Effect of Urban Land Use Type and Pattern: A Case Study of Central Area of Shanghai City[J]. Scientia Geographica Sinica, 2007, 27(2): 243-248. [岳文泽, 徐丽华. 城市土地利用类型及格局的热环境效应研究——以上海市中心城区为例[J]. 地理科学, 2007, 27(2): 243-248.]

[9] Yue W Z, Xu J H, Xu L H. An Analysis on Eco-environmental Effect of Urban Land Use Based on Remote Sensing Images: A Case Study of Urban Thermal Environment and NDVI [J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(5): 1450-1460. [岳文泽, 徐建华, 徐丽华. 基于遥感影像的城市土地利用生态环境效应研究[J]. 生态学报, 2006, 26(5): 1450-1460.]

[10] Wilson J S, Clay M, Martin E. Evaluating Environmental Influence of Zoning in Urban Ecosystems with Remote Sensing [J]. Remote Sensing of Environment, 2003, 86: 303-321.

[11] Bai H Z, Ren G Y, Fang F. Characteristics of Urban Heat Island Effect and Its Influencing Factors in Lanzhou[J]. Meteorological Science and Technology, 2005, 33(6): 492-495. [白虎志, 任国玉, 方锋. 兰州城市热岛效应特征及其影响因子研究[J]. 气象科技, 2005, 33(6): 492-495.]

Analysis on Thermal Environment Effect of Land Use Type and Pattern in Valley City——A Case Study of Lanzhou City

PAN Jing-hu^{1,2}, FENG Zhao-dong², XIANG De-nian¹, ZHANG Qing-guo¹

(1. College of Geographic and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China; 2. College of Resource and Environment, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Based on remote sensing and geographical information system, the thermal infrared remote sensing image (Landsat ETM+) was used to retrieve the land surface temperature (LST) and normalized difference vegetation index (NDVI) of Lanzhou city, a valley city in Northwest China. The variance in LST and NDVI values associated with different landscape types was studied using GIS spatial analysis method, and the quantitative relationship was acquired by regressive analysis. Shannon Diversity Index (SHDI) and Contagion Index (CONT) were also introduced to analyze the spatial difference between LST and NDVI under the different spatial compound mode of land use. The result shows that there is an apparent correlativity between LST and NDVI. A significant inverse correlation relationship between LST and NDVI associated with all land use polygons, the same associated with each land type, but correlation coefficients associated with land use types are different. It is more sensitive of LST change on the influence of NDVI in the area of higher CONT or lower SHDI.

Key words: Urban heated-island; Environment effect; Land use; Lanzhou city