文章编号:1000-694X(2012)03-878-07

城市地表温度对土地利用/覆被变化响应的遥感研究
——以乌鲁木齐为例

王珊珊[1],陈 曦[1*],段含明[2],周可法[1],艾里西尔·库尔班[1]

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所 新疆矿产资源研究中心,新疆 乌鲁木齐 830011;2. 西华师范大学 国土资源学院,四川 南充 637002)

摘 要:快速的城市化对城市环境产生显著的影响,基于遥感定量研究地表温度对土地利用/覆被变化(LUCC)的响应,来评估快速城市化对环境的影响,是一种快速、有效的途径。以干旱区典型绿洲型城市——乌鲁木齐为例,将遥感与地理信息系统相结合,利用 1990 年和 2009 年两期陆地卫星影像为基础数据进行土地利用/覆被分类,并基于单窗算法定量反演同期的地表温度,从而对快速城市化进程中的土地利用/覆被类型动态变化的空间特征及地表温度对快速城市化的响应情况进行了定量研究。结果显示,在近 20 a 间,乌鲁木齐城市迅速扩张,土地利用/覆被类型变化显著,城市建设用地增长率高达 44.73%;同时城市的快速发展使地表温度提高了近 6 ℃。研究表明,温度变化格局,尤其是增温区的空间分布与城市扩张的空间格局基本一致,说明地表温度对城市的土地利用/覆被变化产生了显著的响应。

关键词:土地利用/覆被变化;地表温度;乌鲁木齐;城市扩张

中图分类号:P423.7 **文献标识码**:A

改革开放以来,城市经济高速发展,土地利用/覆盖模式发生了根本性的变化。但在缺乏合理的土地利用规划和可持续发展的考虑下,城市快速发展也给环境带来巨大的压力,尤其是在生态和环境较为脆弱的干旱区城市[1],过度的城市扩张会造成严重的环境问题,其中城市热岛现象(UHI)尤为突出[2-4]。因此,有必要评价快速的城市化对环境的影响。

城市土地利用/覆被变化(LUCC)对城市气候的影响已经被大量研究所证明[5-6],成为城市气候学的重点研究方向之一。城市 LUCC 对地表温度的影响比较复杂,不同的季节、不同的月份,不同的气象条件下,影响效应也不相同[7]。有研究表明,人工建筑具有较强的增温效应,是"城市热岛"产生的主要促进因子之一,人工建筑的密集程度与城市热岛的强度呈现一定的正相关关系,人工建筑密度越高,城市热岛强度越大,高人口密度区和工厂密集区一般都是高温区[8]。绿地组分和一定面积的水体组分都具有降温增湿功能,绿地的降温效应可达 1~7 ℃,最大能够达到 12 ℃;而面积约为 400 m 的湖泊,影响范围约为 40 m,最大降温 1.6 ℃,最高增湿 6%[9-11]。所以,通过城市地表温度对 LUCC 的响应的定量研究是评价城市化对环境影响的有效途径。

通常研究城市 LUCC 信息多数是通过城市规划和土地利用调查等资料获取,气象数据主要来自气象站点资料。上述获取信息的方式,不仅耗时费力投入大,而且受站点限制,研究的结果较为粗略,时效性差。较前述方法不同,笔者结合遥感与地理信息技术来研究城市覆被变化对地表温度的影响,既满足了获取数据的同步性,也满足了数据在空间尺度上匹配的要求[12-13]。遥感数据既提供了分辨率高,时效性强的城市土地覆被变化信息,也提供了由热红外波段反演的同步地表温度信息。

1 研究区域

乌鲁木齐市位于天山中段北麓、准噶尔盆地南缘,地理位置处在 42°45′32″—44°08′00″ N,86°37′33″—88°58′24″ E 之间,是世界上距离海洋最远的内陆城市。市区地势东南高、西北低,且东、西、南三面环山,形成一个狭长葫芦状的河谷盆地。城市分布着 7 区 1 县,南北最长约 153 km,东西最宽约 190 km,总

收稿日期:2011-08-12;改回日期:2011-09-10
基金项目:国家自然科学基金项目(40730633,40571030,40701050,41101429)资助
作者简介:王珊珊(1982—),女(汉族),新疆乌鲁木齐人,博士生,主要从事遥感和地理信息系统研究和应用。Email:xjsds@sina.cn
* 通讯作者:陈曦(Email:chenxi@ms.xjb.ac.cn);段含明(Email:hanmingduan333@163.com)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

面积约12 000 km^2。乌鲁木齐属于中温带半干旱区，具有典型的大陆性气候特征，并受高压控制和地形的影响，四季均有下沉逆温层和地形逆温层的出现。

乌鲁木齐作为中国新疆维吾尔自治区的首府，是新疆政治、经济、文化中心；该市地处亚洲大陆的地理中心，是新亚欧大陆桥中国西段的桥头堡，也是中国西部对外开放的门户，经济区位优势明显。近年的快速发展，使乌鲁木齐土地利用/覆盖类型发生了根本的变化，研究区选择了由北部卡子湾到南部乌拉泊水库地区的城市中部和近郊区的范围。

2　研究数据及方法

2.1　数据与预处理

使用两景 Landsat TM/ETM+数据，分别获取于 1990 年 10 月 19 日和 2009 年 8 月 26 日。图像轨道号为 142/30，天气状况良好，以 1987 年1∶10 万乌鲁木齐市地形图为基准，对各期遥感影像进行几何纠正，采用阿尔波特等积圆锥投影，并保证了配准时的残差在一个像元以内，达到了制图精度的要求。同时，对两幅影像运用 ENVI 4.6 中的 FLAASH 模块进行了大气纠正，以消除大气对两幅影像的影响。

2.2　土地利用/覆被变化信息提取

依据乌鲁木齐土地利用和建设规划的特点，将 11 个土地利用类型合并为城市建设用地、绿地、水体、山地及裸地等 4 个一级土地利用单元（表 1）[14−15]。

通过上述分类系统，应用遥感图像处理软件 ENVI 4.6 对 1990—2009 年的乌鲁木齐影像图进行监督分类，提取城市土地利用/覆被信息（图1）。

表 1　乌鲁木齐市土地利用/覆被分类表

Table 1　Land use and land cover classification system in Urumqi

一级分类Ⅰ	城市建设用地	1	绿地	2	水体	3	山地及裸地	4
二级分类Ⅱ	城镇	11	林地	21	水库	31	山地	41
	工矿	12	草地	22	湖泊	32	裸地	42
	交通用地	13	耕地	23	—	—	—	—
	居民点	14	—	—	—	—	—	—

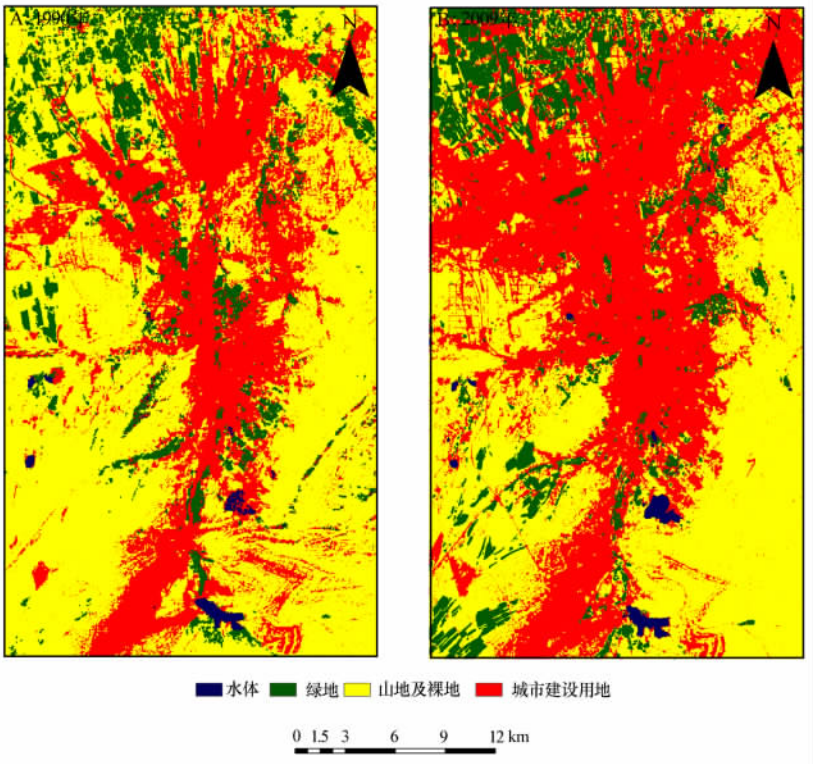

图 1　1990 年和 2009 年乌鲁木齐市土地利用/覆被分类

Fig. 1　Spatial pattern of land use and land cover in Urumqi in 1990 and 2009

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

其中，整体分类精确度分别是 87.92%和 89.21%，达到了精度要求，满足对 LUCC 及城市增长监测的需求。

2.3 地表温度反演

2.3.1 地表亮度温度反演

在辐亮度值 $L(\lambda)$的基础上，首先计算对应的像元亮度温度值[16]：

$$T_6 = \frac{K_2}{\ln[1+\frac{K_1}{L(\lambda)}]} \quad (1)$$

式中：T_6 为像元亮度温度(K)；K_1 和 K_2 为 Landsat 传感器发射前预设常量。

2.3.2 地表真实温度反演

覃志豪等[17]根据辐射传输方程，通过一系列假设，提出了反演地表温度的算法。由于该方法适用于仅有一个热红外通道的遥感数据，称为单窗算法。公式如下：

$$T_s = \{a_6(1-C_6-D_6)+[b_6(1-C_6-D_6)+C_6+D_6]T_6-D_6T_a\}/C_6 \quad (2)$$

$$C_6 = \varepsilon_6\tau_6 \quad (3)$$

$$D_6 = (1-\tau_6)[1+(1-\varepsilon_6)\tau_6] \quad (4)$$

式中：T_s 为地表温度(K)；T_6 为卫星传感器所测的星上亮度温度(K)；a_6 和 b_6 为统计常数，在一般情况下(温度变化范围在 0～70 ℃时)，取值 $a_6=-67.355351$，$b_6=0.458606$；C_6 和 D_6 为中间变量，分别用(3)、(4)式计算。如果知道参数 T_a(大气平均作用温度)、τ_6(大气透射率)和 ε_6(地表比辐射率)，即可用单窗算法表达(2)式反演任一像元的地表温度。

此外，在标准大气状态下，根据大气平均作用温度(T_a)与近地面气温(T_0)存在线性关系，不同季节可以采用以下公式计算大气平均作用温度。

中纬度夏季平均大气：

$$T_a = 16.0110+0.92621T_0 \quad (5)$$

中纬度冬季平均大气：

$$T_a = 19.2704+0.91118T_0 \quad (6)$$

大气透射率 τ_0 可以根据不同气温条件下的大气总水汽含量 $w(g\cdot cm^{-2})$来估算。具体公式参见文献[17]。通过单窗算法计算出每个像元的地表温度，并进而获得整幅影像的地表温度(图 2)。

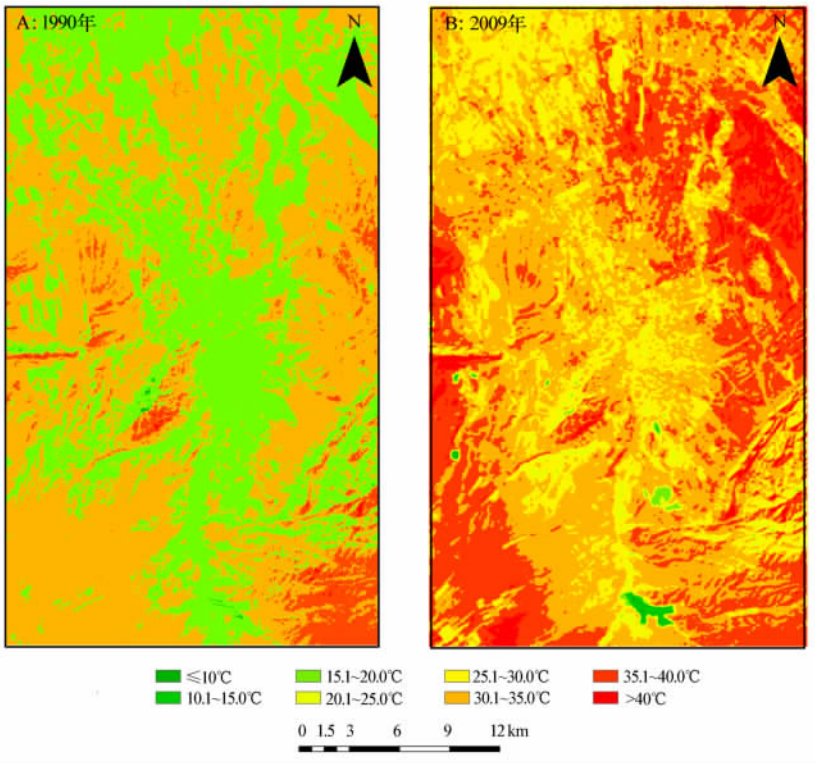

图 2 1990 年和 2009 年乌鲁木齐市地表温度分布

Fig. 2 Spatial pattern of land surface temperature in 1990 and 2009 in Urumqi

3 结果与分析

3.1 土地利用/覆被变化分析

通过对 1990—2009 年期间乌鲁木齐的土地利用/覆盖转移矩阵(表 2)分析，土地利用/覆被类型中除山地及裸地面积减小外，其他覆被类型面积都有所增加。增加最多的是城市建设用地，面积扩张 4 293 610.5 m^2，变化率达到了 44.73%，其中大部分是来源于山地及裸地，占变化面积的 36.05%；水

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

体面积增加29 355 m^2，变化率为 15.01%，主要来源于山地及裸地（20.67%）和城市建设用地（19.57%）；绿地面积扩张433 656 m^2，变化率为 13.11%，大部分面积是由山地及裸地转换，占到山地及裸地面积的 58.31%，结合图 1 我们看到，扩大的绿地面积主要集中在城市内部的公共绿地和北郊农田区，以及南部雅玛里克山，东部东山公墓和东北的卡子湾地区；山地及裸地面积减少了4 756 622 m^2，变化面积是 1990 年的 25.11%，主要转化为城市建设用地和绿地覆被类型，分别转化了 10.71%和 6.43%。

表 2　1990—2009 年乌鲁木齐市土地利用/覆盖转移矩阵

Table 2　Land use and land cover change matrix during 1990—2009 in Urumqi

面积/m^2	水体	绿地	山地及裸地	城市建设用地	1990 年合计
水体	107 103.0	5 016.0	48 336.0	35 083.5	195 538.5
绿地	27 303.0	1 146 982.5	911 857.5	1 220 997.0	3 307 140.0
山地及裸地	46 483.5	2 181 361.5	11 707 031.0	5 008 675.5	18 943 551.0
城市建设用地	44 004.0	407 436.0	1 519 705.5	7 627 170.0	9 598 315.5
2009 年合计	224 893.5	3 740 796.0	14 186 930.0	13 891 926.0	0
变化面积	29 355.0	433 656.0	−4 756 622.0	4 293 610.5	0
变化率/%	15.01	13.11	−25.11	44.73	0

城市建设用地在近 20 a 扩张面积最大，因此，对 1990 年和 2009 年的 LUCC 分类图中的城市建设用地叠加分析，得到了近 20 a 乌鲁木齐城市扩张情况（图 3）。从图中分析发现，乌鲁木齐城市空间扩展主要受其地形、地貌及水资源条件限制。城市主要扩展方向为沿西北向（新市区方向）的扩展，沿西部山体北缘（西山方向）的扩展，沿东北向（东山区方向）的扩展和沿老城区外缘的扩展。其中西北部和正北部与农业区相连，城市扩展阻力较小，扩展趋势最为明显，近郊区的城市用地较 1990 年来有明显的扩张，表明城市化在向郊区发展。东北部扩展受高大山体的影响，城镇扩展一直受到明显的抑制，扩展强度微弱。通过 20 a 乌鲁木齐城市发展方向和趋势来看，城市扩展的空间趋势不同于一般的“单核扩展”、“多核扩展”或“点一轴”扩展模式，而是在地形条件制约下呈现出特有的多轴、发散式的扩展变化特征。

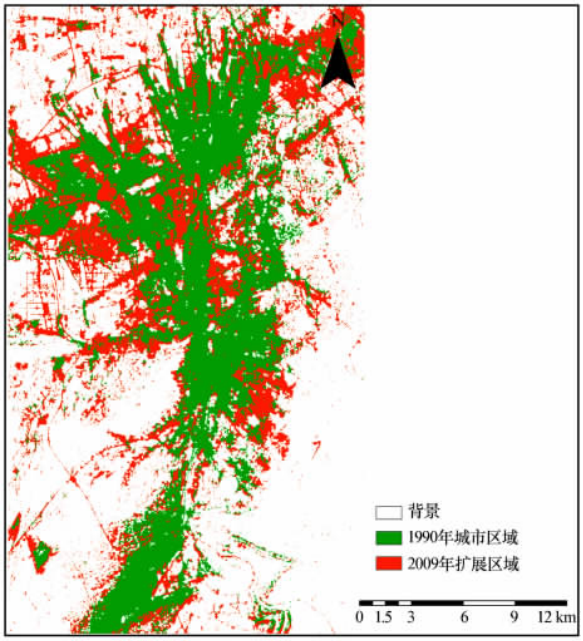

图 3　1990—2009 年乌鲁木齐市城市扩张情况

Fig. 3　Urban expansion in Urumqi during 1990—2009

此外，城市建筑物密度和绿地分布的空间格局也有明显变化。城市中心、住宅区、工矿企业厂区等建筑密度较大，而城乡接合部、近郊区、山区及水库等周围区域建筑密度较小。城市绿地逐渐被城市用地割裂成不同的小斑块，呈现出面积减小和破碎化的趋势。

3.2　地表温度对土地利用/覆被变化的响应

基于两期 Landsat 卫星遥感影像，根据上述方法反演得到了 1990 年和 2009 年的乌鲁木齐城市地表温度（图 2）的结果，发现自然植被、农田已经被沥青、混凝土等非渗透性材料所取代，而这种变化不可避免的引起到达地表的太阳辐射能的再分配，导致地表比辐射率和地表温度产生变化。

为了研究地表温度对 LUCC 的响应，必须研究每一种土地覆盖类型的热辐射特性。通过对图 4 中水体、绿地、山地及裸地和城市建设用地 4 种土地覆被类型的各温度值的像元数与温度的加权求和，可以得到 1990 年和 2009 年 LUCC 对地表温度的贡献率。1990 年，在小于 10 ℃温度范围里，水体对此温度的贡献率是 59.59%；在 10～20 ℃，绿地贡献率是 44.09%；在 15～25 ℃，城市建设用地贡献率为 40.49%；温度大于 25 ℃，山地及裸地为 74.65%。2009 年，在小于 15 ℃温度范围里，水体贡献率

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

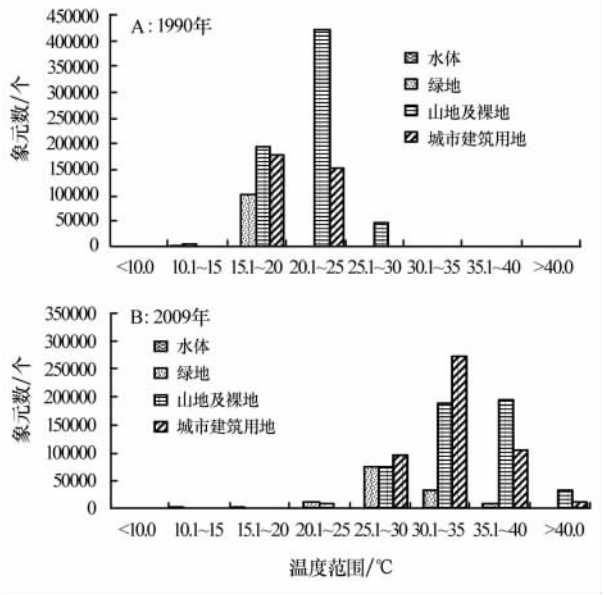

图 4 1990 年和 2009 年乌鲁木齐市土地利用/覆被的地表温度特征

Fig. 4 Land surface temperature patches of different land use and land cover types in 1990 and 2009 in Urumqi

高达 82.76%；15～25 ℃，绿地贡献率是 44.07%；城市建设用地在 20～30 ℃之间贡献率为 49.45%；大于 30 ℃的温度里，山地及裸地对温度的贡献率达到了 63.75%。通过上述分析，得到了 1990 年和 2009 年间研究区地表温度对各土地覆被类型响应的平均值（表 3）。水体的温度最低（1990 年 16.34 ℃，2009 年 18.63 ℃）；山地及裸地类型温度较高（1990 年 25.87 ℃，2009 年 30.25 ℃）；非渗透表面的城市建设用地（1990 年 24.50 ℃，2009 年 29.33 ℃）。这表明，城市建设用地等非渗透性材料代替了温度较低的绿地和温度不相上下的山地及裸地，提高了城市地表温度，意味着城市发展可以提高地表辐射温度。同时，土地覆被类型在两个年份之间的平均温度存在 2～5 ℃的差异，这一方面源于全球变暖，整体温度上升；另一方面，太阳高度角不同以及所观测时间差异所引起的误差对这个差值也有贡献。

表 3 乌鲁木齐市土地覆被类型平均地表温度

Table 3 Average values of land surface temperature of different land use and land cover types in Urumqi

土地覆被类型	地表温度/℃			
	1990 年	标准差(±)	2009 年	标准差(±)
水体	16.34	3.25	18.63	3.59
绿地	19.79	1.70	23.34	2.98
山地及裸地	25.87	2.06	30.25	2.02
城市建设用地	24.50	0.67	29.33	1.09

通过对乌鲁木齐市 1990 年和 2009 年的地表温度（图 2）统计分析得到，1990 年乌鲁木齐区域平均地表温度为 21.63 ℃，2009 年平均地表温度为 27.39 ℃，增长了 5.76 ℃，地表温度显著增加。其中，1990 年最低和最高温度分别是 10.49 ℃和 37.32 ℃，2009 年最低和最高温度分别是 9.65 ℃和 49.65 ℃。从图 2 可以看出，研究区中的两个水库（乌拉泊水库和红雁池水库）温度最低；西北方向的乌鲁木齐县，分布较多的农田，温度较低；城市中心商业区，尤其是老城区的温度较高；以及城市周边的山地及裸地的温度较高。此外，在 2009 年的地表温度（图 2B）上可以看到，城市中心及周边山地及裸地有零星的相对低温区，这是由于城市中心绿化带的扩大和对荒山实行绿化的结果。

为研究土地利用/覆盖变化对地表温度空间分布的影响，以相同分级指标（5 ℃）将两景标准化后的影像分为 8 个级别（图 2，表 4）。1990 年乌鲁木齐城市地表温度分布在 20.1～25.0 ℃的面积最大，为18 113 659.5 m^2，分布面积第二位的在 15.1～20.0 ℃，为 12 079 924.5 m^2，没有高温区（>35 ℃）。2009 年分布面积最大（14 703 207.0 m^2）的温度是 30.1～35.0 ℃，第二位的是处在 35.1～40.0 ℃等级（9 048 123.0 m^2）。从变化面积上来看，2009 年在 10.1～25.0 ℃温度等级面积都有明显减小的趋势，高温区 25.1～40.0 ℃和大于 40.0 ℃的温度等级上，面积在扩张，表明低温区向着高温区转换，温度在升高。从 1990 年和 2009 年温度等级图表明，不同温度等级在空间上的分布，其面积的变化和空间位置分布与城市的土地利用/覆被的分布转换基本一致。

表 4 1990—2009 年乌鲁木齐市地表温度标准化分级面积

Table 4 Areas of different land surface temperature ranges and their change during 1990—2009 in Urumqi

等级	温度范围/℃	1990 年面积/m^2	2009 年面积/m^2	变化面积/m^2
1	≤10	14 592.0	18 439.5	+3 847.5
2	10.1～15.0	531 981.0	72 988.5	−458 992.5
3	15.1～20.0	12 079 924.5	87 837.0	−11 992 087.5
4	20.1～25.0	18 113 659.5	690 156.0	−17 423 503.5
5	25.1～30.0	1 399 720.5	6 298 044.0	+4 898 323.5
6	30.1～35.0	29 811.0	14 703 207.0	+14 673 396.0
7	35.1～40.0	0	9 048 123.0	+9 048 123.0
8	>40	0	1 251 178.5	+1 251 178.5

为了使不同时相的两景影像反演的地表温度具有可比性，对其进行标准化处理，使用差值法得到了

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

地表温度变化影像(图 5)。影像分为 5 个等级：降低(温度减小＞10 ℃)、微弱降低(温度减小 0～10 ℃)、不变、微弱增高(温度增加 0～10 ℃)和增高(温度增加＞10 ℃)。图 5 中显示，在 20 a 间研究区内绝大部分地区的地表温度表现出升高 0～10 ℃的趋势，城市中心的商业区周边的山地和裸地增温明显，其中部分山地裸地增温超过 10 ℃；而水体和城市中零星的绿地的地表温度有微弱的降低。与图 2 土地利用/覆被变化图叠加分析，温度增高区与城市扩张区一致性很高，说明城市 LUCC 引起了城市地表温度的升高。

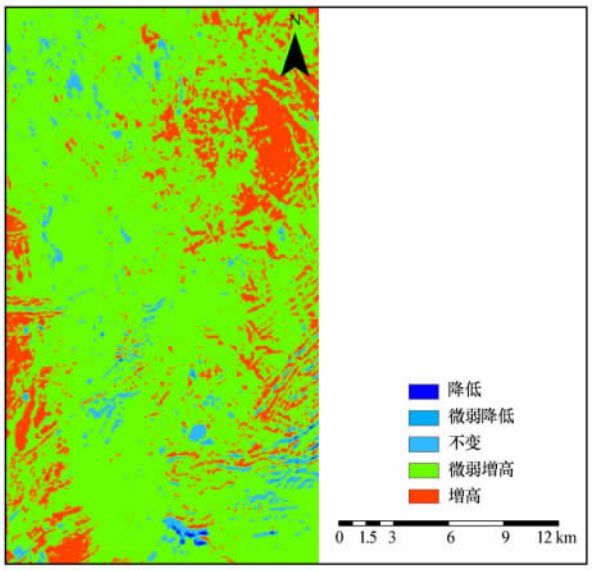

图 5　1990—2009 年乌鲁木齐市地表温度变化图

Fig. 5　Spatial pattern of land surface temperature change during 1990—2009 in Urumqi

4　结论与策略

LUCC 是影响地表温度的重要因素，并且土地覆被结构是衡量一个地区生态环境是否可持续发展的重要指标之一。遥感技术在研究区域地表温度和下垫面特征方面具有传统方法无可比拟的优越性，适时、快捷、经济和较高的可信度。

通过遥感研究表明，1990—2009 年间，乌鲁木齐城市扩张十分显著。在此过程中，城市的土地利用/覆被类型有很大的变化，城市建设用地快速扩张，绿地和水体面积同步增长，山地及裸地面积大幅度转化为城市建设用地和绿地等土地利用类型。通过单窗算法反演了乌鲁木齐市及周边郊区 1990 年和 2009 年的地表真实温度，并划分了 8 个温度等级。结果显示，1990 年和 2009 年平均温度分别是 21. 63 ℃和 27. 39 ℃，温度增加了 5. 76 ℃；水库温度最低；西北方向分布较多的农田，温度较低；城市中心商业区，尤其是老城商业区的温度较高；此外，城市周边的山地及裸地的温度较高。通过土地利用/覆被类型分布在各温度值的像元数与温度的叠加分析来评估城市地表温度对 LUCC 的响应，表明城市的发展使城市化地区的地表温度增高了近 6 ℃，温度的变化趋势和空间位置与城市化的扩张方向基本一致。可以得出结论，城市的土地利用/覆被类型的变化导致地表温度升高。

而上述结论与乌鲁木齐作为干旱区典型绿洲型城市的迅速发展，人口快速增长，并导致城市建筑用地快速扩张的事实是基本一致的。据统计，1990—2009 年初乌鲁木齐总人口由 146. 26 万人增长到 236. 05 万人，净增人口 89. 79 万人，增长了 1. 61 倍；城市建设材料产业飞速发展，水泥由 1990 年年产量 96. 29 万 t 到 2009 年初的 359. 1 万 t，成品钢材由 1990 年 28. 33 万 t 达到了 2009 年初 522. 14 万 t 的产量，分别增加了 3. 73 倍和 18. 43 倍；城市基础设施不断完善，2009 年城市道路总长度达到 1 546 km，是 1990 年的 10 倍；2009 年城市公园数达到 26 个，公园面积 987 km^2，分别是 1990 年的 6. 5 倍和 5. 17 倍[18]。同时，城市绿地大幅度增加，这与乌鲁木齐在 2001 年以来实行的“荒山绿化工程”、“公共地区绿化工程”和“庭院绿化工程”的大规模植树造林工程的开展有关。人口的增长，城市扩张和土地利用/覆被的变化导致了城市地表温度的变化响应。

通过对乌鲁木齐城市 LUCC 对地表温度的影响的综合分析，总结出优化土地利用/覆被结构，防止和降低城市热岛效应的主要方法：①稳定并合理增加城市绿地面积，保持绿地总量不断增加的良性趋势，尤其是开展改造荒山、植树造林工程和不断提高城市人均绿化面积占有量；②增加市区内人工水体面积，恢复和保护水库、湖泊的周边生态环境，改善城市整体生态水平；③尽量在满足建设要求的前提下选择热容重小、导热系数低、吸水率低的下垫面材料和建筑材料，降低城市下垫面温度；④增加城市街道宽度，降低街道两旁建筑物高度，以及有意改变风的方向，使风从建筑物穿过，形成穿堂风，以利用建筑物的自然通风进行防热降温，以避免和降低城市热岛效应[19－20]。

参考文献(References)：

[1]　王涛. 干旱区主要陆表过程与人类活动和气候变化研究进展

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[J]. 中国沙漠,2007,27(5):711－718.
[2] 贡璐,吕光辉. 基于景观的干旱区城市热岛效应变化研究——以乌鲁木齐市为例[J]. 中国沙漠,2009,29(5):982－989.
[3] 王珊珊,艾里西尔·库尔班,郭宇宏,等. 乌鲁木齐地区气温变化和城市热岛效应分析[J]. 干旱区研究,2009,26(3):434－442.
[4] 刘卫平,张帆,魏文寿,等. 乌鲁木齐近 30 a 城市与郊区气候参数对比分析[J]. 中国沙漠,2010,30(3):681－686.
[5] Arnfield A J. Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island[J]. International Journal of Climatology, 2003, 23(1): 1－26.
[6] 张景哲,刘启明. 北京城市气温与下垫面结构关系的时相变化[J]. 地理学报,1988,43(2):159－168.
[7] 张惠远,饶胜,迟妍妍,等. 城市景观格局的大气环境效应研究进展[J]. 地球科学进展,2006,21(10):1025－1032.
[8] Bottyan Z, Unger J. A multiple linear statistical model for estimating the mean maximum urban heat island[J]. Theoretical and Applied Climatology, 2003, 75(3): 233－243.
[9] Spronken S R, Oke T R. The thermal region of urban parks in two cities with different summer climates[J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(11): 2085－2104.
[10] 马勇刚,贡璐,丁建丽. 塔里木南缘绿洲"冷岛"效应时空变化研究——以于田地区为例[J]. 中国沙漠,2007,27(5):866－869.
[11] Saaroni H, Ziv B. The impact of a small lake on heat stress in a Mediterranean urban park: The case of Tel Aviv, Israel[J]. International Journal of Biometeorology, 2003, 47(3): 156－165.
[12] 王国友,塔西甫拉提·特依拜,谭灵芝. 新疆于田绿洲荒漠交错带土地利用变化的社会驱动力研究[J]. 中国沙漠,2006,26(2):259－264.
[13] 钱乐祥,丁圣彦. 珠江三角洲土地覆被变化对地表温度的影响[J]. 地理科学,2005,60(5):761－770.
[14] 陈忠升,陈亚宁,李卫红. 新疆和田河流域土地利用/覆被变化及其驱动力分析[J]. 中国沙漠,2010,30(2):326－334.
[15] 黄粤,陈曦. 近 15 a 乌鲁木齐市城市用地扩展动态及其空间特征研究[J]. 冰川冻土,2006,28(3):364－371.
[16] 胡华浪,陈云浩,宫阿都. 城市热岛的遥感研究进展[J]. 国土资源遥感,2005,65(3):5－9.
[17] 覃志豪,Zhang M H. 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):456－467.
[18] 乌鲁木齐统计局. 乌鲁木齐市统计年鉴—2008[M]. 北京:中国统计出版社,2009:118－207.
[19] 韦海东,赵有益,陈英. 兰州市城市热岛效应评价与灰色预测[J]. 中国沙漠,2009,29(3):571－577.
[20] 葛伟强,周红妹. 基于遥感和 GIS 的城市绿地缓解热岛效应作用研究[J]. 遥感技术与应用,2006,21(5):432－434.

Study on Response of Land Surface Temperature to Land Use and Land Cover Change Using Remote Sensing Data: A case on Urumqi, China

WANG Shan-shan[1], CHEN Xi[1], DUAN Han-ming[2], ZHOU Ke-fa[1], Alishir Kurban[1]

(1. *Xinjiang Research Center for Meneral Resources, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi* 830011, *China*; 2. *College of Land and Resources, China West Normal University, Nanchong* 637002, *Sichuan, China*)

Abstract: Rapid urban expansion has significant impact on urban environment. Study on response of land surface temperature to land use and land cover change (LUCC) using remote sensing data is an effective way to monitor and evaluate the impact of urbanization on urban environment. In this paper, we took an oasis city in arid region-Urumqi City as an example, and retrieved land surface temperature and detected land use/cover change (LUCC) and urban expansion of the study area by integrating remote sensing and geographic information systems. Landsat TM images of 1990 and 2009 were used to acquire the land use and land cover data. The single thermal infrared band was used to retrieve the land surface temperature. Based on the combining analysis of LUCC and the retrieved land surface temperature, response of land surface temperature to urbanization was studied quantitatively. Results showed that during the period from 1990 to 2009, land use and land cover of Urumqi experienced a dramatic variation, rapid urban expansion happened, and the increasing rate of urban construction area reached to 44.73%, and this urban development had raised land surface temperature by about 6 ℃. Distribution of the areas with raising temperature is consistent with the enlarged urban regions, which reveals that the urban development has raised the land surface temperature.

Keywords: land use and land cover change; land surface temperature; Urumqi City; urban expansion

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net