

长三角地区城市用地扩展及城乡热环境的特征分析

王桂玲¹ 王艳红¹

摘要

利用 1993 年和 2004 年长三角地区的卫星遥感资料,分析了该地区的 3 个主要区域南京、上海、苏锡常及其周边的土地利用类型变化,定量地评价城市用地扩展程度.结合 2004 年地表温度(LST)卫星资料,揭示了城乡 LST 空间分布特征及其差异.结果表明:上海、苏锡常和南京 11 a 期间城市建设用地动态度 K 分别为 204.0%、354.3% 和 99.2%,苏锡常城市扩展程度最快;不同土地覆盖类型的 LST 不同,城市用地 LST 最高,其次作物地、林地最低;城乡之间平均地表温差具有季节变化,冬季最大,而秋季最小.

关键词

卫星遥感;土地利用;城市用地;地表温度

中图分类号 P423.2

文献标志码 A

收稿日期 2010-09-25

资助项目 解放军理工大学气象学院基础理论研究基金

作者简介

王桂玲,女,博士,副教授,主要研究城市气候与卫星遥感的应用. wangling@sohu.com

0 引言

土地利用变化是全球变化的重要组成部分和主要原因,它对整个陆地生态系统的影响已远远大于任何自然因素的作用,其研究也已成为当前全球环境变化研究领域的核心内容之一^[1-2].城市是人类活动聚集的场所,城市化的过程在宏观上是城市用地的扩展过程,而在微观上就是将不同类型、不同性质的农业用地转变为城市用地,因此城市化就是一种土地利用变动的过程.由于城市化改变了地表的物理性质,影响着局地气候的形成,城市的环境也将随着城市的发展而发生明显改变,构成了其特殊的气候特征.研究人类活动影响下的城市环境变化,探讨其变化规律及其形成机制,对我国城市发展具有现实意义及深远影响.由于城市地表变化范围很大,而且其形状极不规则,因此很难用常规方法测量其变化程度,而遥感技术可以弥补常规方法的不足,更准确地获取城市环境变化特征^[3-6].

近年来我国的城市发展迅速,长三角地区尤为突出,大片的农田被工厂、楼房和道路等城市建设用地取代,城市与城市相连形成城市群,绿地面积的比率明显下降.本文通过分析卫星土地利用类型及地表温度资料,研究长三角地区城市用地扩展程度以及不同城市及其周边地区的热环境差异和季节变化特征.

1 研究区域及资料概况

研究范围以南京(118.8°E,32.0°N)为中心,面积为 700 km × 600 km,包括了整个长三角及其相邻区域,其地理范围为 114.9 ~ 122.4°E,29.3 ~ 34.6°N,上海、江苏、浙江及安徽的部分地区都位于该区域内.图 1 是 MODIS 卫星遥感获得的研究区域的土地利用类型,土地利用类型总共分为 16 种,详细说明见表 1.图 1 中 A、B、C 区域分别为选定的南京、苏锡常和上海城市及周边地区.

卫星遥感资料由 1993 年的 AVHRR 土地利用资料和 2004 年 MODIS 的土地利用资料及地表温度资料两部分组成,空间分辨率都为 1 km.表 2 列出了有关 MODIS 地表温度资料情况(<http://edcimsww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>).地表温度是多天合成的平均温度,选取了 1、4、7 和 10 月的资料分别代表冬季、春季、夏季和秋季状况. MODIS 卫星遥感资料所用的投影方式为常规正弦曲线投影,格式是 HDF-EOS^[7].应用时将其投影方式转化为 Lambert 投影,数据格式

1 解放军理工大学 气象学院 南京 211101

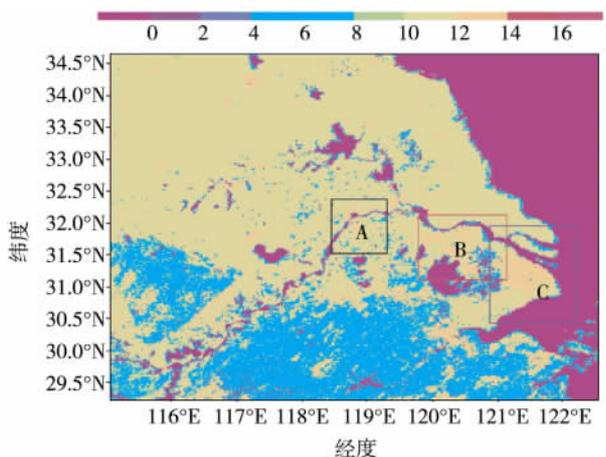


图1 研究范围及选取的3个区域的土地利用类型

Fig. 1 Study scope and land use types of the three study areas

转为二进制格点格式,资料处理技术如图2所示.

表1 MODIS 土地利用类型及其代码

Table 1 MODIS land use types and corresponding codes

代码	土地利用类型	代码	土地利用类型
0	水面	9	稀疏大草原
1	常绿针叶林	10	草地
2	常绿宽叶林	11	湿地
3	落针叶林	12	作物
4	落宽叶林	13	城市和建筑
5	混和林	14	作物植被混合地
6	密灌木地	15	雪和冰
7	稀疏灌木地	16	裸土和稀疏植被
8	多树木草地		

表2 MODIS 卫星资料及其时空的分辨率

Table 2 MODIS data resolutions of space and time

时间	时间分辨率/ d	合成起始日期(DOY)	空间分辨率/ km
2004-01	8	001 009 017 025 033	1
2004-04	8	089 097 105 113 121	1
2003-07	8	185 193 201 209	1
2003-10	8	273 281 289 297 305	1

注: 资料代号为 MOD11A2, 产品名称为地表温度.

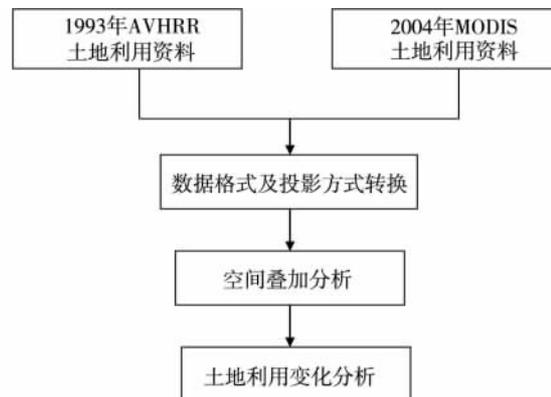


图2 资料处理技术

Fig. 2 Frame work of data processing

土地利用类型分为 15 类(表 3),为了比较方便,将 MODIS 土地类型按照 AVHRR 的 15 类土地利用类型重新绘图.图 3 中作物以黄色标注,其代码为 9;城市用地则用桃红色表示,其代码为 14;绿色区域表示混合林,其类型代码为 8.由图 3 可知,1993 年和 2004 年土地利用变化显著的特点就是作物地减少和城市用地扩张,城市用地与作物地面积变化最为显著,大量的作物耕地被城市建设占用,尤其在城市边缘区域,城市化过程尤为迅速^[8-9].

表3 AVHRR 土地利用类型及其代码

Table 3 AVHRR land use types and corresponding codes

代码	土地利用类型	代码	土地利用类型
0	水面	8	混合林
1	裸土	9	作物
2	草地	10	冰面
3	灌木覆盖草地	11	沼泽湿地
4	林木覆盖草地	12	稀疏灌木
5	冻土	13	半干旱半沙漠
6	落叶林	14	城市和建筑
7	常绿林		

在分析城市扩展程度时通常使用土地利用类型动态度 K .单一土地利用类型动态度表示某研究区域内在一定时间范围内该土地利用类型的数量变化情况^[10],其表达式为

$$K = \frac{(U_b - U_a)}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中: K 为研究时段内某一土地利用类型动态度; U_a 和 U_b 分别为研究期初和期末某一种土地利用类型的数量; T 为研究区监测的时间间隔,一般以年为单位.

2 城市用地扩展及热环境特征分析

2.1 城市用地扩展分析

将 1993 年和 2004 年的卫星资料作为信息源,分析过去十多年土地利用空间的变化特征,以此作为城市用地扩展程度分析的依据.由于 AVHRR 土

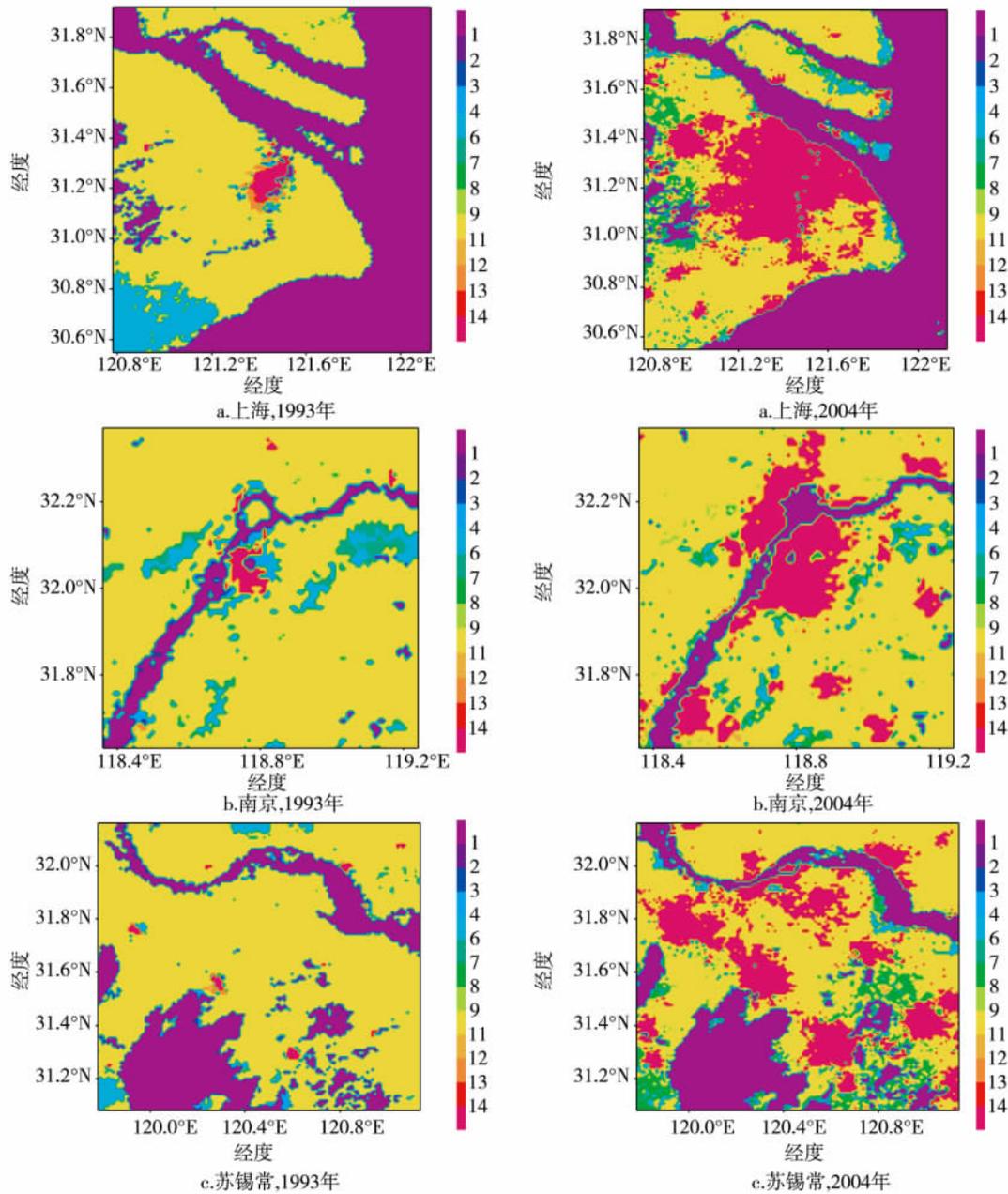


图3 上海、南京、苏锡常3个地区1993年和2004年土地利用类型分布

Fig. 3 Land use types in Shanghai, Suzhou-Wuxi-Changzhou and Nanjing regions from 1993 to 2004

表4反映了1993—2004年上海、南京和苏锡常3个城市不同时期的土地利用类型的变化。1993—2004年南京、苏锡常和上海地区作物地由1993年的5 633、11 174和9 256 km²分别减少到4 661、6 968和6 211 km²,而城市用地面积则由原来的102、81和166 km²分别增加到1 114、2 951和3 553 km²。作物面积分别减少了972、4 206和3 045 km²,而城市用地面积分别增加了1 012、2 870和3 387 km²。与1993年的面积相比,南京、苏锡常和上海3个地区的作物动态

度K分别为-1.7%、-3.8%和-3.4%;城镇动态度K分别为99.2%、354.3%和204.0%。因此,1993—2004年间苏锡常地区城市扩展程度最快,其次是上海,南京城市扩展相对较慢。

2.2 城乡热环境特征的分析

根据MODIS地表温度资料分别对城市用地、作物和林地求取了平均地表温度,分析了3个区域的季节变化,其结果如图4所示。由图4可见,在所有季节里,城市地表温度始终高于作物地和林地,不同

表 4 3 个区域 1993—2004 年遥感土地利用变化
Table 4 Remote sensing change of main types of land use in the three regions from 1993 to 2004

区域	土地利用类型	变化量/km ²	动态度 K/%
南京	作物	-972	-1.7
	城市	1 012	99.2
苏锡常	作物	-4 206	-3.8
	城市	2 870	354.3
上海	作物	-3 045	-3.4
	城市	3 387	204.0

地区的季节变化表现各异. 冬季(1月)和秋季(10月)上海区域的城市地表温度最高,分别为 283.4 K 和 297.6 K,而在春季(4月)和夏季(7月)南京城市区域地表温度最高,分别为 297.9 K 和 305.3 K,作物用地平均地表温度地区差异较小.

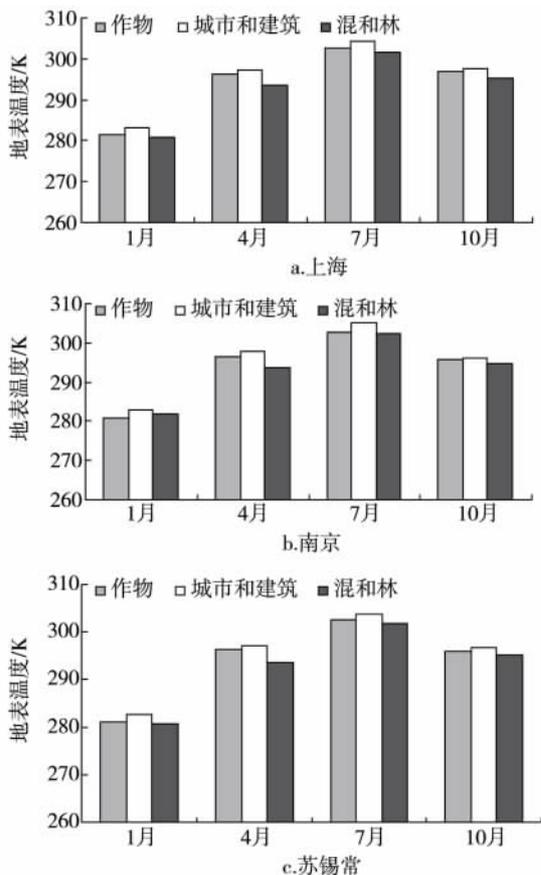


图 4 上海、南京、苏锡常区域的不同土地利用类型地表温度季节变化比较

Fig. 4 Comparison of the LST seasonal changes over main land use types in the three regions

城市用地和作物地的平均地表温差反映了城乡热环境特征差异. 图 5 表示 3 个区域的城乡热环境

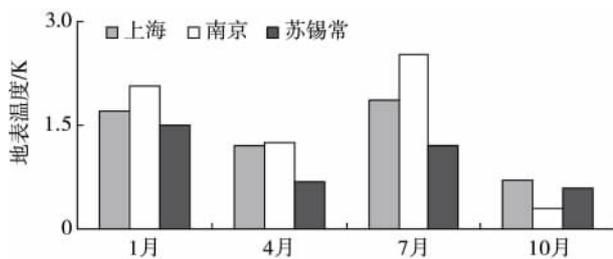


图 5 上海、南京、苏锡常 3 个地区城乡地表温度差异比较
Fig. 5 Comparison of LST differences between urban and rural area in the three regions

特征差异季节性变化. 由图 5 可见 3 个区域具有相似的变化特征, 即夏季(7月)变化最大, 而秋季(10月)最小. 南京地区城乡热环境特征差异程度的季节变化表现为 7 月最大, 平均地表温差值高达 2.5 K, 其次为冬季, 温差为 2.0 K, 而在秋季最小仅为 0.3 K; 上海地区城乡热力特征差异程度季节变化中夏季最大(2.1 K), 其次为春季(1.8 K), 而在秋季最小(0.8 K). 不同地区之间在变化程度是不同的, 除了秋季之外, 南京城乡温差最大, 上海次之, 苏锡常地区最小. 在秋季, 上海地区温差最大, 其次为苏锡常地区, 南京最小. 苏锡常地区城乡热环境特征差异比上海和南京要小, 季节变化上表现为冬季最大, 夏季次之, 秋季最小, 其平均地表温差在冬、春、夏和秋四季分别为 1.5、0.69、1.2 和 0.6 K.

3 结论

本文根据 1993 年和 2004 年的卫星资料, 对长三角地区的 3 个主要城市区域土地利用空间变化的特征, 分析长三角地区城市用地扩展程度. 结合 2004 年地表温度卫星资料, 对城乡热环境特征季节变化和局地差异进行了分析, 得到以下结论.

1) 1993—2004 年南京、苏锡常和上海 3 个区域的城市用地动态度 K 分别为 99.2%、354.3% 和 204.0%, 苏锡常地区城市用地扩展程度最快, 其次是上海, 南京相对较慢.

2) 城市用地的地表温度最高, 南京、苏锡常和上海 3 个地区的城市区域平均地表温度季节变化表现各异. 冬季(1月)和秋季(10月)上海最高, 分别为 283.4 K 和 297.6 K; 而春季(4月)和夏季(7月)南京最高, 分别为 297.9 K 和 305.3 K.

3) 3 个区域城乡热环境特征差异季节性变化具有相似性, 夏季(7月)最大, 而秋季(10月)最小.

由于影响城市热环境因素非常复杂, 城市的规

模、城市的结构和城市的功能及自然地理环境等都对城乡热环境有着重要的作用,本文仅根据卫星遥感数据从宏观上定量地分析了城市用地的扩展程度,从季节时间尺度上分析不同地区的城乡地表温度特征及其差异的季节变化特征,关于城市化对城乡热环境变化影响的机制将有望从地表热通量变化的角度进一步阐明。

参考文献

References

- [1] NASA. Modeling land use and land cover changes in Europe and Northern Asia [R]. NASA, 1999 Research Plan. USA: Houston, 1998
- [2] Gong J Z, Liu Y S, Xia B C. Spatial heterogeneity of urban land cover landscape in Guangzhou from 1990 to 2005 [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2009, 19(2): 213-224
- [3] Weng Q H. Fractal analysis of satellite-detected urban heat island effect [J]. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 2003, 69(5): 555-566
- [4] Wang G L, Jiang W M, Wei M. An assessment of urban heat island effect using remote sensing data [J]. *Marine Science Bulletin* 2008, 10(2): 14-25
- [5] 钱乐祥, 丁圣彦. 珠江三角洲土地覆盖变化对地表温度的影响[J]. *地理学报* 2005, 60(5): 761-770
QIAN Lexiang, DING Shengyan. Influence of land cover change on land surface temperature in Zhujiang delta [J]. *Acta Geographica Sinica* 2005, 60(5): 761-770
- [6] 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: 以城市热环境和植被指数为例 [J]. *生态学报* 2006, 26(5): 1450-1460
YUE Wenze, XU Jianhua, XU Lihua. 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
- [7] Wang G L, Jiang W M, Wei M, et al. Analysis for urban/rural albedo from MODIS over East China [J]. *Proceeding of SPIE* 2006, 6199: 123-134
- [8] 李晓文, 方精云, 朴世龙. 近 10 年来长江下游土地利用变化及其生态环境效应 [J]. *地理学报*, 2003, 58(5): 659-667
LI Xiaowen, FANG Jingyun, PIAO Shilong. Landuse changes and its implication to the ecological consequences in Lower Yangtze region [J]. *Acta Geographica Sinica* 2003, 58(5): 569-667
- [9] 李桂林, 周峰, 陈杰. 近 20 年来苏州市城乡用地扩展及其内部特征 [J]. *生态学杂志*, 2006, 25(10): 1223-1228
LI Guilin, ZHOU Feng, CHEN Jie. Urban sprawl and its intrinsic characteristics of cantonal Suzhou from 1984 to 2003 [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2006, 25(10): 1223-1228
- [10] 刘文超, 董金玮. 近 20 年来苏锡常地区建设用地扩展及耕地占用态势的遥感分析 [J]. *地球信息科学学报*, 2009, 11(4): 549-555
LIU Wenchao, DONG Jinwei. Remote sensing-based analysis for expansion of construction land and cultivated land cut in recent 20 years [J]. *Journal of Geo-information Science* 2009, 11(4): 549-555

Analysis of urban growth and associated thermal characteristics using remote sensing data in the Yangtze river delta

WANG Guiling¹ WANG Yanhong¹

¹ Institute of Meteorology, PLA University of Science and Technology, Nanjing 211101

Abstract The satellite remote sensing data of the Yangtze River Delta in 1993 and 2004 were taken to analyze land use changes and urban growth of Nanjing, Shanghai, and Suzhou-Wuxi-Changzhou regions in the Yangtze River Delta. The land surface temperature (LST) in 2004 was selected as the indicator to estimate the difference of thermal characteristics between urban and rural area. The relationship of spatial characteristics of LST and types of land-use had also been analyzed. Conclusions were drawn as follows: the changes of the urbanized and cultivated lands were great during the past 11 years. The amount of cultivated land was decreasing, while the amount of construction and building land was rapidly increasing. The dynamic degrees of construction and building land among Shanghai, Suzhou-Wuxi-Changzhou and Nanjing regions were 204.0%, 354.3% and 99.2%, respectively. The expansion of construction land was the largest in Suzhou-Wuxi-Changzhou region. The LST of urban area was the largest among all land-use. The seasonal LST differences between urban and rural regions were maximum in winter and minimum in autumn.

Key words remote sensing data; thermal characteristics; dynamic degree of urban and use