

# 基于环境星数据的长株潭植被覆盖度动态监测

赵建苹, 秦建新\*, 肖凡

(湖南师范大学 资源与环境科学学院, 湖南 长沙 410081)

**摘要:**利用2010年10月与2015年10月两个不同时相的环境星CCD数据,以长沙市、株洲市、湘潭市为核心的长株潭城市群作为研究区域,采用像元二分模型对长株潭地区的植被覆盖情况进行动态分析,通过建立转移矩阵分析该区的植被退化或改善情况,并根据标准偏差的数值分析NDVI的变化情况.利用HJ1B/IRS特有的热红外数据反演地表温度,分析不同植被覆盖度下与温度分布的关系,为长株潭地区生态文明城市的建设提供参考.图7,表2,参10.

**关键词:**植被覆盖度;环境星;NDVI;标准偏差;地表温度

**中图分类号:**Q948 **文献标识码:**A

植被覆盖度(Fractional Vegetation Cover, FVC),通常指植物在单位面积内地上部分(包括叶、茎、枝)在地面上的垂直投影面积占该区总面积的百分比,用来反映植物的生长状况<sup>[1]</sup>.通常采用地面观测和遥感估算的方法计算.对于研究小范围区域时实地观测法具有较高准确度,完全可以满足要求;针对大尺度区域时传统测量方法受人力物力条件限制不再满足要求.遥感技术应运而生,为植被覆盖度的测量提供了新的方向.

中空间分辨率的遥感数据种类最多,应用范围也最广,被频繁用于植被覆盖度的总体观测<sup>[2]</sup>.中空间分辨率的遥感数据如Landsat、SPOT等数据被普遍使用.如文献[3]等基于MODIS数据通过多种植被指数对干旱区植被覆盖度进行反演,对塔里木河下游输水后的生态状况有了进一步认识.而环境星数据具有重访周期短,空间分辨率较高,且容易获取等优势逐渐进入大众视野.文献[4]等人利用CCD数据对黄海海域浒苔分布与移动趋势进行了动态监测,对于环境保护工作的开展起到了重要作用.本文选用环境星数据,运用像元二分模型估算了

长株潭地区的植被覆盖度.

## 1 研究区域与数据

### 1.1 研究区概况及数据来源

长株潭城市群位于湖南省中东部,地域范围东经111°53′-114°15′,北纬26°03′-28°41′,包括长沙、株洲、湘潭三市,面积约 $2.8 \times 10^4$  km<sup>2</sup>,如图1所示.三市沿湘江呈“品”字形分布.近年来随着城市规模的扩大,两两相距不足20 km.属亚热带季风气候.由于深居盆地内部,距海较远,受冬夏季风转换,地势向北倾斜等因素作用,气候温和,四季分明<sup>[5]</sup>.

研究数据来源于中国资源卫星应用中心长株潭地区2010年10月的HJ1B-CCD2与2015年10月的HJ1A-CCD2以及HJ1B/IRS遥感影像数据,CCD数据包含四个波段信息,分辨率为30 m,IRS即红外相机前三个波段为近红外波段,第四波段为热红外波段,地理投影坐标为WGS-84<sup>[6]</sup>.通过提取两期影像的NDVI,利用像元二分法得到对应的植被覆盖度.

收稿日期:2016-08-11

作者简介:赵建苹(1992-),女,山东滨州人,硕士,研究方向:地理信息系统应用.

\* 通讯作者, E-mail: qjzxd@sina.com.

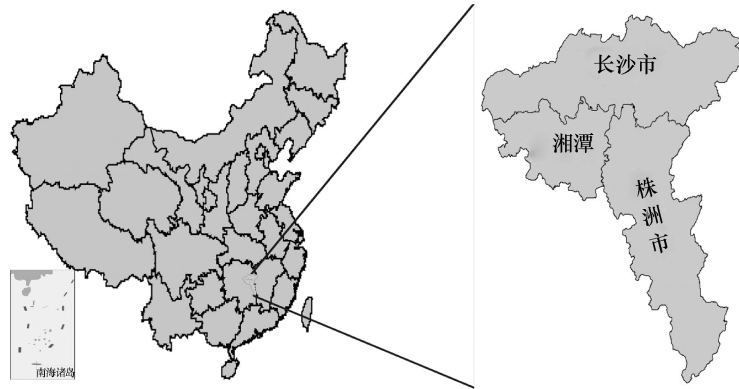


图1 研究区位置图

Fig.1 Sketch map of the study area

## 1.2 数据预处理

针对下载的 CCD 影像数据,包含波段为 Geotiff 的文件,并且提供元数据说明(.XML),其中涉及波段信息、定标参数、成像时间等.由于使用的是二级影像数据需要对其进行数据处理操作.主要涉及遥感影像图像定标、大气校正、研究区裁剪等流程.我们经常用到的是依照定标参数利用 Band Math 工具手动定标,然后进行图层合并.这里使用数据预处理补丁,可直接读取 CCD 数据的.XML 文件,并提供图层合并功能,输出结果为一个包含 4 个波段的标准栅格文件.在中国资源卫星应用中心官网找到环境星数据对应的波谱响应函数,导入 Sli 格式的文件中,制作波谱响应函数的波谱曲线格式,在后期大气校正操作时处理需要.最后根据数据需求裁剪所需要的研究区影像数据.

## 2 研究方法

### 2.1 转移矩阵

公式表示计算一个时期到另外一个时期像元所属的植被覆盖度类型发生变化的比例<sup>[7]</sup>,

$$P = \sum_{j=1}^n S_{ij}/S_i \times 100\% \quad (1)$$

式中, $i, j$  分别对应矩阵的行与列, $S_{ij}$  表示  $i$  对应的植被利用面积转变为  $j$  的比例, $S_i$  则代表在上一时期的初始面积, $P$  表示从  $i$  行到  $j$  列像元所属植被覆盖度类型发生变化的比例<sup>[8]</sup>.

### 2.2 标准偏差

标准偏差即 Standard Deviation,简称 stdev,为统计学名词<sup>[9]</sup>,反映样本数据偏离平均值的离散程度.公式(2)中  $\bar{X}$  代样本均值, $N$  表示样本总数, $P = \sum_{j=1}^n S_{ij}/S_i \times 100\%$  与  $\bar{X}$  之差称作残差.

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

### 2.3 植被覆盖度遥感监测模型建立

利用像元二分模型建立植被覆盖度,即一个像元的 NDVI 分为两部分:由植被覆盖与无植被覆盖的 NDVI<sup>[10]</sup>.对于一个由土壤与植被两部分构成的混合像元,像元中有植被覆盖的面积比例假定为该像元的植被覆盖度  $fc$ ,则  $1-fc$  即为由土壤覆盖部分的面积比例.设全由植被所覆盖的纯像元,所得的遥感信息为  $S_{veg}$ ,而由土壤所覆盖的纯像元,所得的遥感信息为  $S_{soil}$ .即:

$$NDVI = fc \cdot NDVI_{veg} + (1-fc) \cdot NDVI_{soil} \quad (3)$$

公式变换(3)可得:

$$fc = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil}) \quad (4)$$

## 3 结果与分析

### 3.1 NDVI 年际变化分析

通过计算 NDVI 得到如图 2 所示的 NDVI 年际变化曲线,自 10 年到 15 年间整体植被状况达到改善,峰值右偏,同时峰值附近 NDVI 的频数降

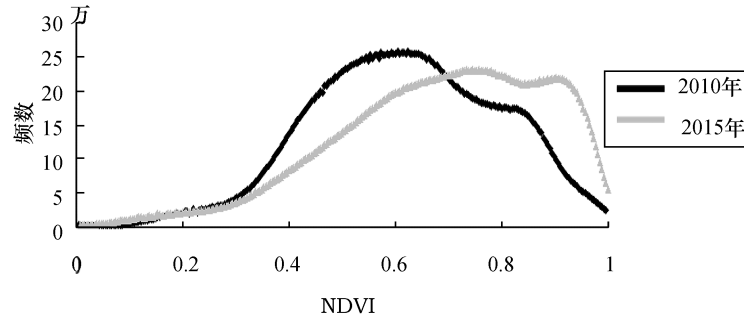


图 2 归一化植被指数(NDVI) 年际变化曲线

Fig.2 Normalized difference vegetation index (NDVI) Interannual variation curve

低,NDVI 分布比较平缓.可以通过计算标准差的大小对 NDVI 的变化趋势进行预测.一般来说,标准差越大表示偏离均值的程度越大,标准差越小表示该范围内趋于稳定.通过计算得到 2010 年的 Stdev = 0.1830,2015 年 Stdev = 0.2016.总体来看,15 年植被变化幅度出现明显增长.

根据研究区两期影像的 NDVI 得到如图 3 所示的 NDVI 年际变化情况,发现长株潭地区总体植被

覆盖同比 10 年明显增加,其中 45.8%的区域植被覆盖增加,13.5%的区域植被显著增加,22%的区域植被覆盖降低,主要集中在湘江沿岸,0.1%的区域植被覆盖出现大幅度的减少,一方面与研究时段有关,另一方面江边娱乐设施的建设以及污染加剧水生植被大规模死亡也占据较大比重.长株潭地区总体植被覆盖呈增加趋势,说明该时间段内绿化状况得到很大程度的推广.

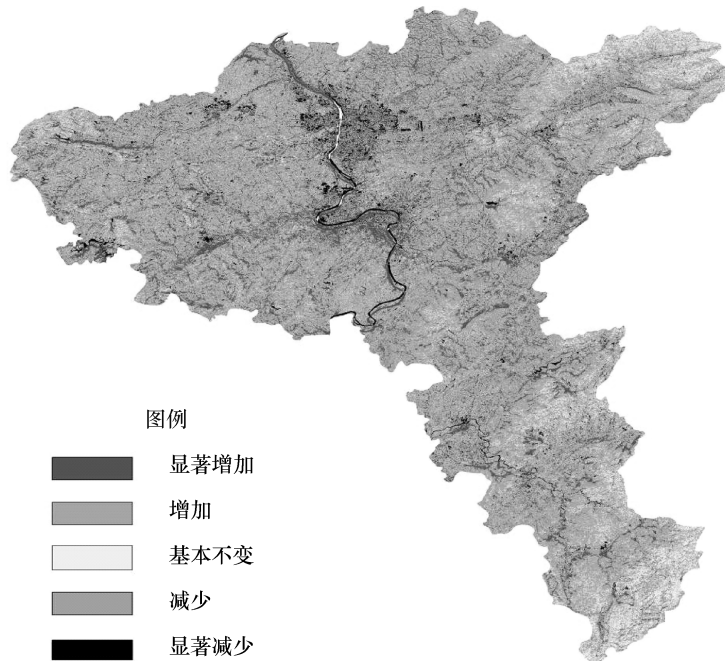


图 3 2010 年 10 月-2015 年 10 月 NDVI 变化趋势

Fig.3 Variation trend of Normalized difference vegetation index (NDVI) in the years of October 2010 to October 2015

### 3.2 植被覆盖度动态变化

由于卫星观测角度以及土壤、湿度等自然原因影

响下 NDVIveg 与 NDVIsoil 数值不是恒定不变的,理想状态的 NDVI 值分别为 0、1.因此现实条件下,需要根据统计学相关原理选择适当的置信区间,这里以

[0.5%, 99.5%] 为置信区间, 2010 年数据  $NDVI_{MIN} = 0.037$ ,  $NDVI_{MAX} = 0.876$ , 2015 年数据  $NDVI_{MIN} = 0.052$ ,  $NDVI_{MAX} = 0.7893$ . 在  $NDVI_{MIN}$  与  $NDVI_{MAX}$  之间的值划分等级以便于对比两个年份的植被差异, 本文

以 0%~25%、25%~50%、50%~75%、75%~100% 划分为低、中低、中、高覆盖率四个等级, 代入公式(4) 得到如下结果. 如图 4、图 5 所示, 分别为 2010 年 10 月与 2015 年 10 月植被覆盖度分级情况.

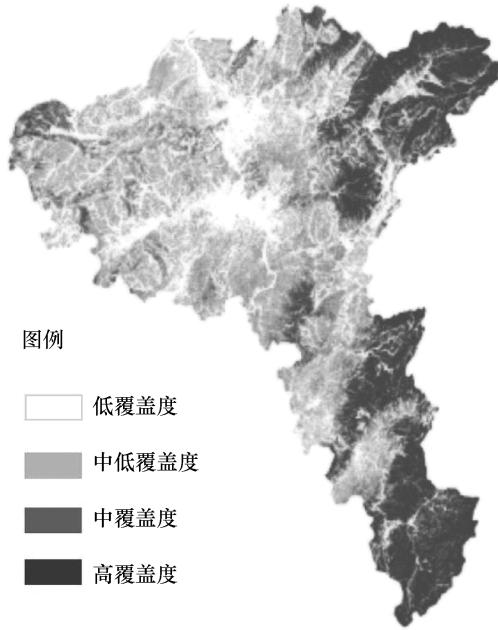


图 4 2010 年 10 月植被覆盖度分级图

Fig.4 Classification of vegetation Coverage in October 2010

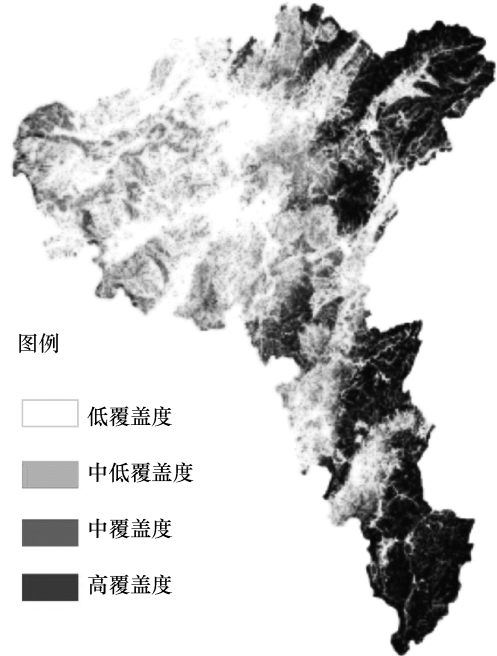


图 5 2015 年 10 月植被覆盖度分级图

Fig.5 Classification of vegetation Coverage in October 2015

由 2010 年与 2015 年的植被覆盖度分级图可知湘江沿岸地带植被覆盖情况破坏严重, 亟待改善. 该区域处在长株潭核心地带, 居民区的大规模扩张及城市建设占用大量土地, 森林资源被人为破坏严重. 建设用地占用大量土地, 整个居民区大规模扩张, 森林资源被破坏等人为因素突出. 而长沙东北部以及株洲南部地区属于植被密集型区域.

依据图像分级情况, 统计出每一级别所占比重, 由表 1 中数据可知, 2010 年到 2015 年间长株潭总体植被覆盖呈上升趋势, 由 0.617 上升到 0.677. 其中中低覆盖区域植被覆盖度明显提高.

表 1 植被覆盖度分级比(单位:%)

Tab.1 The percentage of vegetation fraction(unit:%)

	2010 年 10 月 (%)	2015 年 10 月 (%)
低覆盖区域(0%~25%)	31.0	28.7
中低覆盖区域(25%~50%)	19.0	29.1
中覆盖区域(50%~75%)	22.5	19.2
高覆盖区域(75%~100%)	27.5	23.0
平均植被覆盖度	0.617	0.677

### 3.3 植被覆盖度转移矩阵

通过构建转移矩阵的方式计算一个时期到另外一个时期像元代表的植被覆盖类型发生变化的比例. 由表 2 可以计算出发生变化的植被约为 56.39%. 说明这段时间变化较为明显. 从低覆盖区向中低覆盖区转变的比例比较突出, 为 10.25%, 说明自 2010 年起低覆盖区植被状况得到改善, 同时中覆盖区向低、中低、高覆盖区转移量分别为 7.01%、9.73%、3.04%, 其它覆盖区转移量不是很明显.

表 2 长株潭植被覆盖转移矩阵(单位:%)

Tab.2 The transition matrix of vegetation fraction(unit:%)

2010 2015	低	中低	中	高
	低	11.06	7.90	7.01
中低	10.25	11.50	9.73	1.18
中	4.61	5.53	10.52	1.27
变化量	28.23	25.33	30.3	16.14

### 3.4 温度因素对植被覆盖度影响分析

温度是影响植被覆盖度变化的一个重要因素.环境星数据的热红外波段在反演地表温度方面以其周期短、覆盖范围广具有重要优势.采用辐射传输法对长株潭地区地表温度进行反演得到两个年份的长株潭地表温度分布图,如图6、图7.以下为两个不同年份的温度分级图,长株潭温度变化差值在

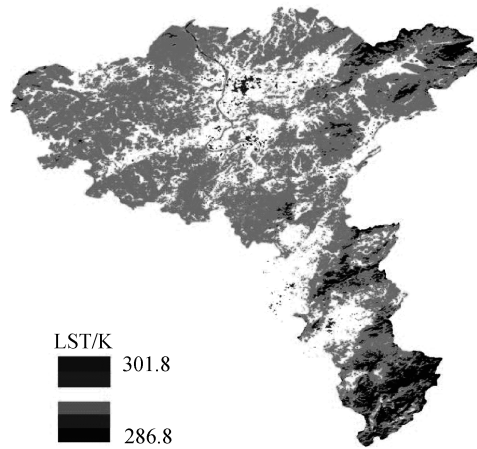


图6 2010年10月温度分级图

Fig.6 Temperature classification in October 2010

15K~22K附近,温度分级情况明显.可以发现温度分布与植被覆盖度状况有着明显的相关关系,高温区域主要集中在湘江沿岸以及长株潭中部地区,显然这些地带植被覆盖情况明显偏低,同时通过对比NDVI年际变化情况发现该区植被也出现了一定程度的退化.长株潭东部以及南部地区温度一直维持在280K附近,与该区的高覆盖植被有着直接关系.

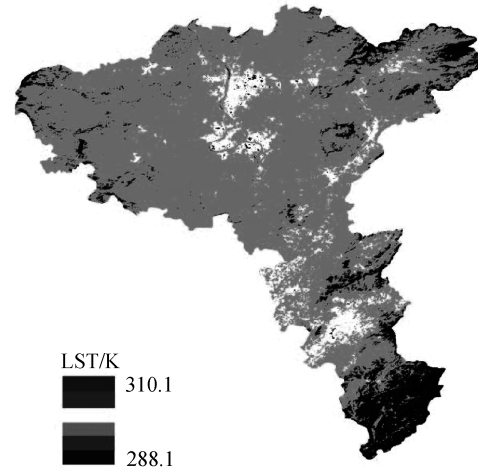


图7 2015年10月温度分级图

Fig.7 Temperature classification in October 2015

## 4 结 论

选用环境星数据,利用像元二分模型计算植被覆盖度.首先根据NDVI值将该区域划分为四个等级,低覆盖区、中低覆盖区植被状况得到改善,NDVI平均值明显提高说明该区域整体植被覆盖状况得到改善;其次,通过构建转移矩阵来对比两个时间段四个等级的转变情况,得出该短时间内植被转移比重约为56.39%,变化比较明显;再次,通过构建NDVI年际变化情况,对比两年的标准偏差,发现自2010到2015年间植被变动幅度较大;最后,通过借助HJ1B/IRS反演地表温度对植被覆盖度与地表温度进行相关分析,得出植被覆盖度较高区域温度相对偏低.

本文仅选取了2010年和2015年两个时间节点,研究时段内部更精细变化过程尚不清楚,仅仅分析了10月的变化情况,不同季节的变动情况没有考虑在内.同时,在进行地表温度反演时没有将地形

因素考虑在内.未来在数据可得的情况下,可对研究区开展更长时段更精细时间尺度的植被覆盖度进行动态变化深入监测与分析.

### 参考文献:

- [1] 卢鑫,赵红莉,杨树文,等.基于环境星CCD数据的区域植被覆盖度遥感估算[J].测绘与空间地理信息,2015,38(11):44-46.  
Lu Xin,Zhao Hong-li,Yang Shu-wen,et al.Vegetation Coverage Estimated by the Environmental Satellite CCD Image [J].Geomatics & Spatial Information Technology,2015,38(11):44-46.
- [2] 程圣东.黄土高原文安驿流域植被覆盖与土壤侵蚀分布特征研究[D].西安理工大学;2010年.  
Cheng Sheng-dong.Distribution characters of vegetation coverage and soil erosion in wenanyi watershed on loess plateau [D];Xi'an University of Technology;2010.
- [3] 郭玉川,何英,李霞.基于MODIS的干旱区植被覆盖度反演及植被指数优选[J].国土资源遥感,2011,23(2):115-118.  
Guo Yu-chuan,He Ying,Li Xia. Remote Sensing Inversion

- of Vegetation Coverage and Optimization of Vegetation Index Based on MODIS Data in Arid Area [J]. Remote Sensing for land & Resources, 2011, 23(2): 115-118.
- [4] 吴传庆, 马万栋, 王雪蕾, 等. 基于环境卫星 CCD 数据的黄海洋苔遥感监测 [J]. 中国环境监测, 2015, 31(3): 161-165.  
Wu Chuan-qing, Ma Wan-dong, Wang Xue-lei, et al. Remote Sensing Monitoring HAB in Yellow Sea by HJ1-CCD [J]. Environmental Monitoring in China 2015, 31(3): 161-165.
- [5] 巫涛. 长沙城市绿地景观格局及其生态服务功能价值研究 [D]; 中南林业科技大学; 2012 年.  
Wu Tao. The Research on Landscape Pattern and Ecosystem Service in Changsha [D]; Central South University of Forestry & Technology; 2012.
- [6] 刘雪萍, 董颖, 朱雪征, 等. 利用环境卫星 HJ-1 进行黄河三角洲地质遗迹调查的研究 [C]; 第十七届中国环境遥感应用技术论坛论文集; 2013 年.  
Liu Xue-Ping, Dong Ying, Zhu Xue-Zheng, et al. Studies on Yellow River Delta geological heritage survey using HJ-1 [C]; The 17th China Environmental Remote Sensing Application Technology Forum Proceedings; 2013.
- [7] 田海静, 曹春香, 戴晟懋, 等. 准格尔旗植被覆盖度变化的时间序列遥感监测 [J]. 地球信息科学学报, 2014, 16(1): 130-137.  
Tian Hai-jing, Cao Chun-xiang, Dai Sheng-mao et al. Analysis of Vegetation Fractional Cover in Jungar Banner Based on Time-series Remote Sensing Data [J]. Journal of Geo-Information Science, 2014, 16(1): 130-137.
- [8] 周书贵, 邵全琴, 曹巍. 近二十年黄土高原土地利用/覆被变化特征分析 [J]. 地球信息科学学报, 2016, 18(2): 190-199.  
Zhou Shu-Gui, Shao Quan-Qin, Cao Wei. Characteristics of land use and land cover change in the Loess Plateau over the past 20 years [J]. Journal of Geo-information Science, 2016, 18(2): 190-199.
- [9] 李启华, 余锦, 刘菊英. 标准偏差和平均值的标准偏差探讨 [J]. 金属材料与冶金工程, 2013, 41(5): 45-48.  
Li Qi-hua, Yu Jin, Liu Ju-ying. Discussion on Standard Deviation and Standard Deviation of the Mean Value [J]. Metal Materials and Metallurgy Engineering, 2013, 41(5): 45-48.
- [10] 李苗苗. 植被覆盖度的遥感估算方法研究 [D]. 北京: 中国科学院, 2003.  
Li Miao-miao. The Method of Vegetation Fraction Estimation by Remote Sensing [D]. University of Chinese Academy of Sciences, 2003.

## Dynamic monitoring of Vegetation Fractional Cover in Changsha-Zhuzhou-Xiangtan Area Based on CCD date

ZHAO Jian-ping, QIN Jian-xin, XIAO Fan

(College of Resources and Environmental Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

**Abstract:** The environmental satellite CCD data in October 2010 and October 2015 were used to make dynamic analysis of the vegetation fractional cover in Changsha, Zhuzhou and Xiangtan as the core study region by using the pixel dichotomy model. To provide a reference by establishing a transition matrix about the condition of the vegetation which means degradation or improvement. Meanwhile, basing on the changes in standard deviation to analysis the NDVI. Using HJ1B / IRS thermal infrared data to retrieve the land surface temperature (LST) which can analysis the correlation between LST and Vegetation Fractional Cover in order to promote the construction of ecological civilization in ChangSha, ZhuZhou and XiangTan. 7figs., 2refs., 10refs.

**Keywords:** Vegetation Fractional Cover; satellite CCD; NDVI; Standard Deviation; land surface temperature

**Biography:** Zhao Jian-ping, female, born in 1992, master, Geographic information system applications.