

# 云南石林县植被覆盖变化的时空特征

何文静, 丁文荣

云南师范大学, 云南 昆明

Email: 18487719193@163.com, dingwenrong@163.com

收稿日期: 2020年10月17日; 录用日期: 2020年11月18日; 发布日期: 2020年11月25日

## 摘要

为了解云南石林县的植被覆盖度变化时空特征, 选用Landsat7 ETM SLC和Landsat8 OLI的遥感影像数据, 运用ENVI和ArcGIS计算得到石林县的植被覆盖度并对其动态变化进行相应分析。结果表明: 1) 2000年石林县的NDVI平均值为0.6967, 而2015年石林县的NDVI平均值为0.7549, 15年间增长了5.8%。2) 在空间上: 石林风景区及县城周边的植被覆盖度较同期其他区域的植被覆盖度低, 高海拔地区的植被覆盖度较同期其他区域的植被覆盖度高。3) 植被覆盖度下降的植被覆盖区有中度植被覆盖区, 下降了0.6%, 中高植被覆盖区下降了17.9%; 高植被覆盖区上升了18.5%; 植被由低植被覆盖度向高植被覆盖度演变。4) 植被覆盖度提高的原因有三点: 退耕还林工程的实施、沼气池、煤气和电的使用及喀斯特地区的生态治理。

## 关键词

植被覆盖, 石林县, 时空变化

# The Space-Time Characteristics of Vegetation Cover Change in Shilin County, Yunnan Province

Wenjing He, Wenrong Ding

Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

Email: 18487719193@163.com, dingwenrong@163.com

Received: Oct. 17<sup>th</sup>, 2020; accepted: Nov. 18<sup>th</sup>, 2020; published: Nov. 25<sup>th</sup>, 2020

## Abstract

In order to understand the time-space characteristics of the change of vegetation coverage in Shilin County, Yunnan Province, the remote sensing image data of Landsat7 ETM SLC and Landsat8

OLI were selected, and the vegetation coverage of Shilin County was calculated by ENVI and ArcGIS and its dynamic changes were analyzed accordingly. The results showed that: 1) The average NDVI in Shilin County in 2000 was 0.6967, compared with the average NDVI of Shilin County in 2015 was 0.7549, an increase of 5.8% in 15 years. 2) In space: vegetation cover in Shilin Scenic Area and surrounding county towns is lower than in other areas during the same period, and vegetation cover in high altitude areas is higher than in other areas during the same period. 3) The vegetation cover area with decreased vegetation coverage decreased by 0.6%, the medium-high vegetation cover decreased by 17.9%, the high vegetation cover area increased by 18.5%, and the vegetation evolved from low vegetation cover to high vegetation cover. 4) There are three reasons for the improvement of vegetation cover: the implementation of the project to return to the forest, the use of biogas digesters, gas and electricity, and ecological management in the Karst area.

## Keywords

Vegetation Cover, Shilin County, Temporal and Spatial Variation

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

植被给人类提供的多种服务功能是人类生存和发展的基础, 其功能包括有机质的合成和生产, 营养物质的储蓄和循环, 土壤肥力的更新和保持, 气候的调节, 环境的净化等。植被功能对人类具有重要的价值, 所以植被覆盖的研究从未间断并且一直是重点研究的领域, 研究且熟悉区域的植被覆盖现状, 对维持生态系统物质和能量的收支平衡有着至关重要的作用。

植被覆盖度是指植被群落投影在地面上的面积占研究区域总面积的比值(%)。植被覆盖度是描述植被群落及生态系统的关键数据, 在植被覆盖现状和研究态势、生态环境质量调查以及其它研究范畴, 都有普遍的运用[1]是体现一个区域森林面积、资源丰富度和造林程度同时也是决定森林经营和开发利用政策的指标。植被作为地理环境的重要组成要素并不是一成不变的, 伴随着温度, 水分, 光照, 风, 湿度等环境因素发生连续的变化。

植被覆盖变化的研究可以揭示植被覆盖现状和演变态势, 该研究对石林县环境变化以及改善和评价生态环境具有指导意义。

## 2. 研究区概况

如图 1, 石林彝族自治县处于云南省的东部, 介于东经 103°10'至 103°30', 北纬 24°35'至 25°3', 北与陆良县相接, 东南分别同泸西县、弥勒市接连, 西部和西北部与宜良县接壤[2]。全县国土面积为 1777 km<sup>2</sup>, 县城距省会昆明 78 km。东部地势高, 西部地势低, 最高海拔为东部老圭山主峰达 2601 m, 最低点为巴江出境处。属于亚热带高原干湿季风气候, 降水主要集中在一月份, 十一月至第二年四月是少雨季, 有“冬无酷暑, 夏无严寒, 全年如春, 干湿交替”的气候特点。

2015 年年底, 石林县的常住人口为 25.8 万人, 城镇化比率达 40.1%。户籍人口 98,479 户, 249,627 人, 有汉、白、彝、苗、傣、壮、哈尼、回等 26 个民族[2]。同时拥有国家级风景名胜区——石林风景区。

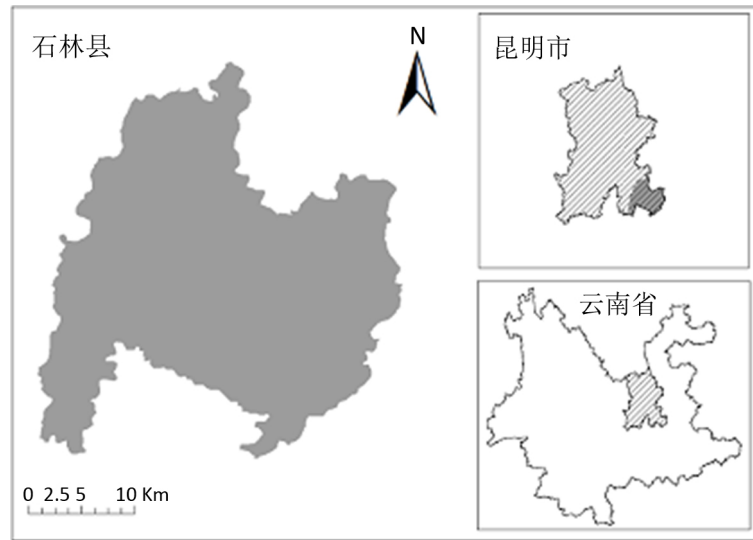


Figure 1. Location map of Shilin County  
图 1. 石林县区位图

### 3. 数据来源与方法

#### 3.1. 数据来源

本文数据源包括遥感影像数据, 在地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>)中选中 Landsat8 OLI-TIRS 卫星数字产品搜索石林县 2015 年 11 月 20 日的遥感影像图, 条带号为 129, 行编号为 43。再选中 Landsat7 ETM SLC 卫星数字产品搜索石林县 2000 年 11 月 2 日的遥感影像图, 条带号为 129, 行编号为 43。两幅遥感影像图的云量均 < 5%。利用 ENVI 5.3 (64-bit)对以上遥感数据进行处理。

#### 3.2. 研究方法

研究流程如下图 2 所示。



Figure 2. Research flow chart  
图 2. 研究流程图

##### 3.2.1. 归一化植被指数法

以在  $0.69 \mu\text{m}$  处植被叶绿素的强吸收率为依据借助于红外波段和洪波段的组合表述信息状态即被

称之为植被指数。而归一化植被指数作为一个重要的数值, 被用于反映生物量和植被覆盖的情况[3]。在遥感图中红光波段和中近红外波段两者的反射值差值和两者之和被视为重要的参数可以描述反映植被的基本状况, 例如生长情况, 这样的指数即被称之为归一化植被指数(NDVI) [4] [5]。归一化植被指(NDVI)可以在植被活动研究中间接或直接使用。

其计算公式为:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad \text{公式 1}$$

式中: R 是可见光红外波段(0.58 至 0.68  $\mu\text{m}$ )的反射率; NIR 是近红外波段(0.725 至 1.1  $\mu\text{m}$ )的反射率。

不同来源的遥感数据, NDVI 计算公式也有所区别, 对于 Landsat8-OLI 来说, 由于其近红外波段对应的是 5 波段, 可见光红外波段对应的是 4 波段, 但对于 Landsat4-5 近红外波段对应的是 4 波段, 可见光红外波段对应的是 3 波段因此, 其 NDVI 计算公式为:

$$NDVI_{landsat8} = \frac{Band5 - Band4}{Band5 + Band4} \quad \text{公式 2}$$

$$NDVI_{landsat4-5} = \frac{Band4 - Band3}{Band4 + Band3} \quad \text{公式 3}$$

### 3.2.2. 植被覆盖度的计算

植被覆盖度是植被在地面的垂直投影面积占整个研究区域总面积的百分比。实验证明随着 NDVI 值的增加, 植被覆盖度也随着增加。把复杂的混合像元分解为简单的单一像元, 进而得出植被覆盖度, 将整个遥感图像划分为植被、建筑物、水体等[6]。具体的计算公式如下:

$$FV = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil}) \quad [7] \quad \text{公式 4}$$

### 3.2.3. 植被覆盖度的分级分类

为研究石林县喀斯特地区植被 NDVI 年际变化的特征, 此文根据甘春英等的研究成果[8], 将喀斯特地区 NDVI 值划分为五个等级, 分级指标为: 极低植被覆盖度、低植被覆盖度、中植被覆盖度、中高植被覆盖度、高植被覆盖度[9]。

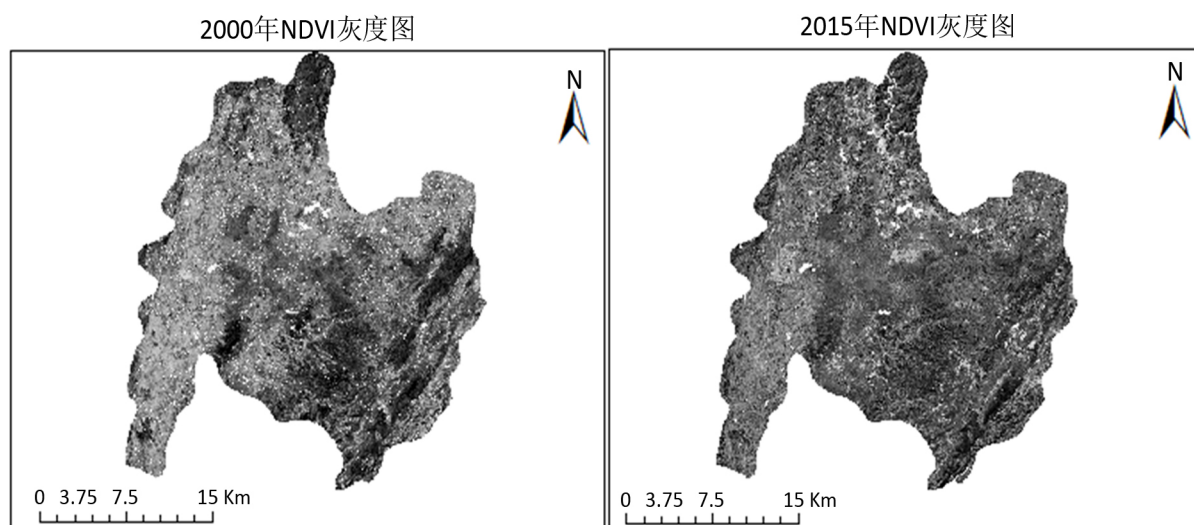


Figure 3. NDVI maps in 2000 and 2015

图 3. 2000 年和 2015 年的 NDVI 图

## 4. 石林县植被覆盖动态变化

### 4.1. 归一化植被指数法(NDVI)的动态分析

如图 3, 对比 2000 年和 2015 年的 NDVI 值, 可以发现 2000 年的石林县的 NDVI 平均值为 0.6967, 而 2015 年石林县的 NDVI 平均值为 0.7549, 十五年期间增长了 5.8%。

### 4.2. 植被覆盖度的动态分析

根据植被覆盖度算法、公式 4 得到 2000 年和 2015 年的植被覆盖图(图 4):

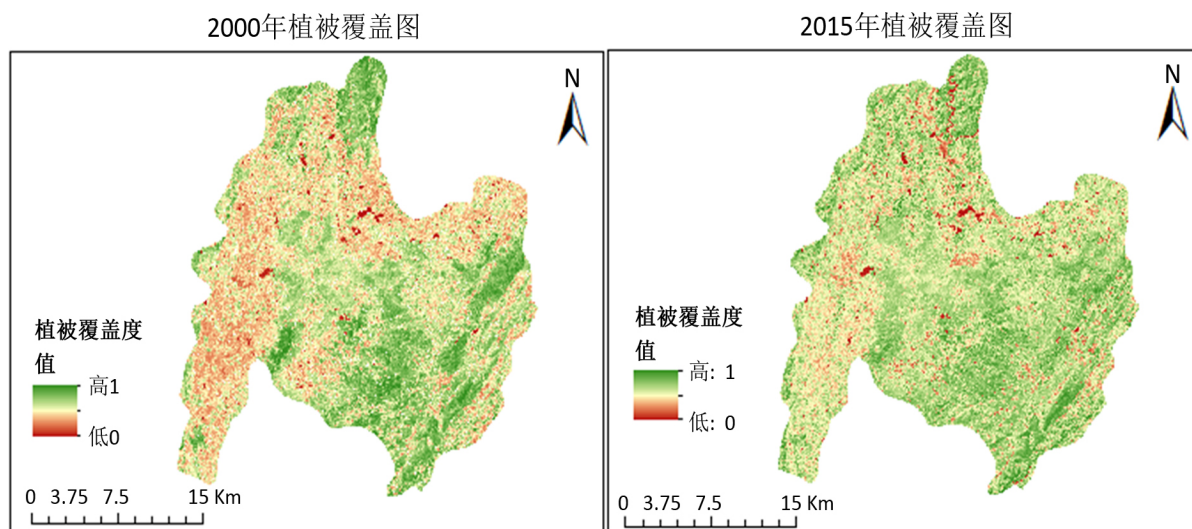


Figure 4. Vegetation coverage maps in 2000 and 2015

图 4. 2000 年和 2015 年的植被覆盖图

#### 4.2.1. 植被覆盖的空间分布

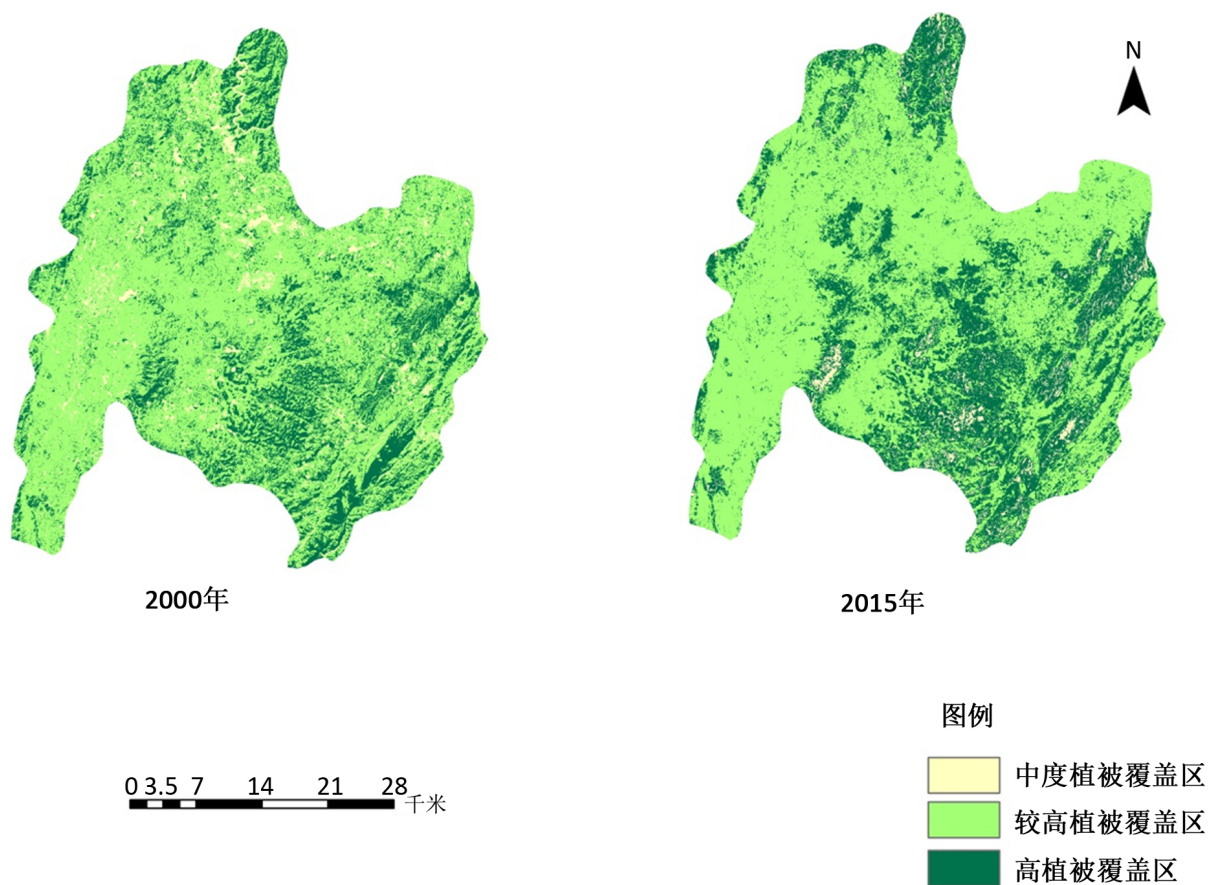
比较 2000 年和 2015 年的植被覆盖度图(图 4 及图 5), 可以得出结论: 石林县的整体植被覆盖率正在上升。石林风景区的植被覆盖度较其他区域的植被覆盖度低, 但 2000 年至 2015 年表现为增加的趋势, 主要得益于退耕还林工程的实施以及石林县出台的各项。小圭龙, 落水洞, 长跨, 阿怒山, 保家哨, 南大村植被覆盖度大大有所增加。植被覆盖度增加最突出的是为西街口, 芭茅, 塘紫处, 绿水, 新木凹。植被覆盖度最高值点出现在圭山一带, 小圭龙和大圭龙周边, 随着海拔的升高, 居住的适宜程度逐渐降低, 人口数量也越来越少, 人们对植被的破坏明显不断减小。

石林县城的植被覆盖度较低, 石林县城水资源充足, 交通便利。全县人口大多数主要分布与该地, 生活用地、生产用地、交通用地和建设用地占据了大面积的土地, 人类活动是影响植被的首要因素[9]。

#### 4.2.2. 不同等级植被覆盖变化

根据研究方法 2.2.3 得出石林县 NDVI 变化序列。

此外, 从表 1 中可以看出 2000 年和 2015 年石林县各级别植被的 NDVI 变化很大。除了高植被覆盖区面积有减少的趋势外, 其他等级植被区面积都为下降的趋势。其中, 其中高植被覆盖区面积增加了 328.87 km<sup>2</sup>, 中度植被覆盖区面积、中高植被覆盖区面积、分别下降了 11.43 km<sup>2</sup>, 317.45 km<sup>2</sup>。由此, 中度和中高植被覆盖区面积削减的主要原因是高植被覆盖区面积的增长。



**Figure 5.** Classification of different vegetation coverage in Shilin County

**图 5.** 石林县不同植被覆盖度分级

**Table 1.** NDVI change sequence in Shilin County in 2000 and 2015 (km<sup>2</sup>)

**表 1.** 2000 年和 2015 年石林县 NDVI 变化序列(km<sup>2</sup>)

等级	2000 年	2015 年	变化状况
中度植被覆盖度	34.68/1.9	23.25/1.3	11.43
中高植被覆盖度	851.16/47.9	533.71/30	317.45
高植被覆盖度	891.15/50.2	1220.02/68.7	328.87

注: 表中/后数字为同年植被覆盖度面积占当年石林县地域总面积的百分比[9]。

#### 4.2.3. 植被覆盖的时间变化

利用 ENVI 软件统计出 2000 年和 2015 年的归一化植被指数灰度值(DN)的 Mean、Max、Min, 绘制出下表 2。

**Table 2.** Min, Mean, Max of the normalized index gray value of Shilin County in 2000 and 2015

**表 2.** 石林县 2000 年和 2015 年归一化指数灰度值的 Min、Mean、Max

	Min	Mean	Max
2000 年	0.3698	0.6967	0.9928
2015 年	0.4246	0.7549	0.9949

从表 2 上可看出近 10 年间石林县的植被覆盖呈上升趋势。

### 4.3. 植被覆盖度变化的原因

#### 4.3.1. 退耕还林工程

截止 2012 年石林县森林覆盖率达到 45.4%，退耕还林 3.2 万亩[2]。在保持生态效益稳定的前提下，退耕还林工程也应考虑乡村产业结构的调整，围绕政府提出的经济发展政策，基于石林县的突出资源优势，因地制宜发展特质产业，进一步改善产业结构，稳固发展粮、烟、畜等根基产业，不断推动花卉、枇杷、果蔬、苗圃、人参果“五个一万亩”示范基地的建成[2]，积极开展多样化农业，开展农业生产一体化、经营销售规模化。前期退耕还林工程的努力和后期的保持是目前植被覆盖度得以提高的重要原因之一[10]。

#### 4.3.2. 沼气池、煤气和电的使用

石林县积极推广沼气池的建设、煤气和家用电器的不断普及，解决了人们只能靠薪柴生火做饭的问题，解放了人们对薪柴的依赖。随着人们的环保意识和危机意识不断提升，对薪柴的依赖越来越小，植被覆盖度得到迅速提升。

#### 4.3.3. 喀斯特地区的生态治理

石林县喀斯特地貌广泛发育，而喀斯特森林的生境十分特殊，如岩石裸露较多、土被多数不连续、土层相对浅陋。喀斯特森林地面储水能力低，岩石渗透性强，所以给生境中造成不同水平的水分亏缺，土层浅薄涂落不连续使植物根系难以吸收水分和有效营养物质。对此，石林县着重于现有森林的保护，严禁皆伐和火烧，此外，还大力改善周边的农业生态环境，使现有林得到保护，退化的林地自然恢复。加大力度推行植树种草、退耕还林、绿色廊道、生态隔离等工程建设，加快“五采区”、石漠化和水土流失地区的生态治理和修复重建，构建石林县城生态屏障。

## 5. 结论与建议

### 5.1. 结论

本文以石林县为研究对象，通过从 2000 年和 2015 年的遥感影像数据中提取信息，使用 NDVI 和植被覆盖度及其分级，分析该区植被覆盖动态变化，得出以下结论：

- 1) 在时间上，2000 年石林县的 NDVI 平均值为 0.6967，而 2015 年石林县的 NDVI 平均值为 0.7549，10 年间增长了 5.8%，总体呈上升趋势。
- 2) 在空间上：石林风景区极县城周边的植被覆盖度较同期其他区域的植被覆盖度低，高海拔地区的植被覆盖度较同期其他区域的植被覆盖度高。
- 3) 在不同等级上：2000 年中度植被覆盖区的面积占全区的 1.9%，2015 年中度植被覆盖区的面积占全区的 1.3%，下降了 0.6%；2000 年中高植被覆盖区的面积占全区的 47.9%，2015 年中高植被覆盖区的面积占全区的 30%，下降了 17.9%；2000 年高植被覆盖区的面积占全区的 50.2%，2015 年高植被覆盖区的面积占全区的 68.7%，上升了 18.5%。
- 4) 植被覆盖度提高的原因有三点：退耕还林工程的实施、沼气池、煤气和电的使用及喀斯特地区的生态治理。

### 5.2. 建议

目前石林县的植被覆盖度正处于持续增长的态势，这都得益于政府正确的方针政策和全县人民的共

同努力。我们要把稳定增长的势头延续下去, 为此, 我们要保持高度警惕, 每时每刻都不能松懈, 并努力做好以下几点: 一是做好对退耕还林工程的经济补偿工作。地方要优化补偿机制, 实行精准补偿, 确保补偿款分文不少的到达百姓家中。二是大力扶持和推广绿色经济林的工作。以促进经济快速稳定增长, 增加农民人均收入为基本目的, 做好特色经济林产业, 实现经济发展和生态保护共同发展, 推进农村综合建设, 为促进农村经济发展做出积极贡献。三是增强石林县人民的环境保护意识。在强化基本素质培育和增强环境保护意识的同时, 积极引导人们参与到环保工作中来。

## 基金项目

国家自然科学基金项目(4206010148)。

## 参考文献

- [1] 李凯, 孙悦迪, 江宝骅, 等. 基于像元二分法的白龙江流域植被覆盖度与滑坡时空格局分析[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2014, 50(3): 376-382.
- [2] [www.kmsl.gov.cn](http://www.kmsl.gov.cn)
- [3] 张佳华, 张国平, 王培娟. 植被与生态遥感[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [4] 周兆叶, 储少林, 王志伟, 等. 基于 NDVI 的植被覆盖度的变化分析——以甘肃省张掖市甘州区为例[J]. 草业科学, 2008, 25(12): 23-29.
- [5] 万红梅, 李霞, 董道瑞. 基于多源遥感数据的荒漠植被覆盖度估测[J]. 应用生态学报, 2012, 23(12): 3331-3337.
- [6] 谭清梅, 刘红玉, 张华兵, 等. 基于遥感的江苏省滨海湿地景观植被覆盖度分级研究[J]. 遥感技术与应用, 2013, 28(5): 934-940.
- [7] 宗慧琳, 甘淑, 任鹏飞. 滇东南岩溶石漠化信息提取研究[J]. 价值工程, 2014, 33(10): 211-214.
- [8] 甘春英, 王兮之, 李保生, 等. 连江流域近 18 年来植被覆盖度变化分析[J]. 地理科学, 2011, 31(8): 1019-1024.
- [9] 丁文荣. 滇东南喀斯特地区植被覆盖变化及其影响因素[J]. 水土保持研究, 2016, 12(6): 227-231.
- [10] 刘宪锋, 朱秀芳, 等. 1982~2012 年中国植被覆盖时空变化特征[J]. 生态学报, 2015, 35(16): 5331-5342.