

实施退耕还林政策对遏止喀斯特区域石漠化作用的遥感监测

谭宗琨

(广西区气象减灾研究所, 南宁 530022)

摘要: 通过比较广西都安、大化喀斯特区域近 10 年来逐月 NOAA 系列气象卫星的 AVHRR 可见光通道和近红外通道组合成的归一化植被指数 NDVI 变化, 结果发现实施退耕还林政策对遏止喀斯特区域石漠化进程有积极作用。

关键词: 植被; 遥感; 石漠化

中图分类号: X171.1; P642.25

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)01-0035-03

Remote Sensing on the Influence of the Implementation of Converting Land to Forest on Controlling Desertification in Karst Region

TAN Zong-kun

(Guangxi Meteorological Institute, Nanning 530022, China)

Abstract: Through comparing the change characteristic of NOAA/AVHRR integrated NDVI monthly in recent decade between Guangxi's Dahua and Duan counties. The result is found that the policy of converting farmland to forest has positive role in controlling stony desertification in the karst region.

Key words: vegetation; remote sensing; rock desertification

石漠化, 即喀斯特区域的荒漠化或石化, 是喀斯特区域的石灰岩岩溶山区固有的生态系统的脆弱性与人类不合理社会经济活动相互作用的影响而造成的岩石裸露、具有类似荒漠景观的土地退化过程, 它与沙漠化同为生态环境恶化的两种极端形式。我国主要喀斯特地区之一的广西、云南、贵州等, 由于地处珠江水系的中上游, 喀斯特地区的石漠化进程已不仅关系到西部生态平衡和经济可持续发展的重大问题, 而且直接影响到珠江流域的生态和经济的可持续发展。因此, 对喀斯特区域的生态环境进行监测、评估、治理等方面问题已成为国内有关部门领导及学者的关注焦点。但是, 由于我国喀斯特区域范围广, 地形条件十分复杂, 生态环境恶劣, 尤其是交通十分不便等, 长期以来一直无法采用常规野外观测方法进行有效的勘测和监测, 更没有积累长时间序列的观测资料作对比。因此, 对喀斯特区域生态环境的现状及其演变规律等, 至今还没有一套较完整的、科学的监测评估和论证体系。2002 年 4 月 1 日的《光明日报》第 4 版报道“...作为石漠化最严重地区之一的广西, 严重石漠化土地面积已达 218.4 万 hm^2 , 而且以每年 3%~6% 的速度递增...”; 吴虹^[1]以广西都安为例, 通过对 1991 年 3 月和 1998 年 10 月资源卫星 TM 资料的研究, 认为都安是广西 28 个石山县市中石漠化最为严重的县, 在 7 年中石漠化面积由原来的 1316 km^2 扩展到 3632 km^2 ; 而广西林业部门的李东海^[2]则认为: “...经过各级政府 10 多年的退耕还林和综合治理措施, 广西石漠化的发展势头已经得到遏止, 植被覆盖率逐步提高, 生态环境明显好转”等; 结论多种多样。为了客观地评估喀斯特区域石漠化演变趋势, 本文利用气象卫星具有覆盖范围广、周期短、重复率高、客观, 尤其是极轨卫星资料已积累了较长年代等优

点, 并结合作者曾参与喀斯特地区扶贫工作长达一年的实际经验, 开展典型喀斯特区域的周年植被指数变化规律的研究, 探讨退耕还林政策的实施对石漠化演变进程的影响, 以便为评估退耕还林效果和石漠化治理提供科学依据。

1 研究区域的确定及其背景

本文选取全国岩溶地貌(喀斯特地貌)发育最为典型的地区之一大化县作为研究对象, 同属全国岩溶地貌(喀斯特地貌)发育最为典型的地区之一的、比邻的都安县作为对比。

大化瑶族自治县位于广西壮族自治区中部偏西北的绿水河中游。全县幅员面积 2753 km^2 , 耕地面积 1.62 万 hm^2 , 经济果木林 7270 hm^2 , 人口 41 万多, 瑶族占 21.95%。国家重点工程——龙滩水电站位于大化县境内。随着 1995 年龙滩水电站建设陆续开工以来, 与之配套的生态环境建设也得到了实施, 具体表现为: 龙滩水电站库区周围, 以及被自治区旅游部门定为喀斯特区域旅游风景名胜区的的大化县七百弄等乡镇大面积实施退耕还林。

都安瑶族自治县行政区域总面积 4095 km^2 。耕地总面积 352 万 hm^2 , 粮食播种面积 669 万 hm^2 , 经济作物种植面积 6814 hm^2 , 有林面积 328 万 hm^2 。总人口 62.35 万, 其中农村人口 59.34 万。有瑶、壮等少数民族 60.55 万人, 瑶族占总人口的 21.8%。

2 资料的筛选及处理

NOAA 系列(NOAA 11、12、14、15、16、17)极轨气象卫星资料少部分为广西区气象台自行接收外, 大部分卫星资料由国家卫星气象中心提供。资料年限为 1992 年 12 月~2003

收稿日期: 2005-03-09

基金项目: 桂科攻 0322017-2 项目资助

作者简介: 谭宗琨(1966-), 男, 高级工程师, 现为广西师范学院在职研究生。

年 12 月, 共计 2 548 轨。

广西地处低纬度区域, 属亚热带季风气候, 天气气候复杂、多变, 晴空率较低, 而且季节变化差异明显。为了提高卫星资料的使用效率, 同时也尽可能减少天气气候变化对卫星资料质量的影响, 本文在所收集的 2 548 轨资料中选取经过广西区域时卫星高度角大于 30° 轨道误差较少, 而且所研究的区域(都安、大化)属晴空或总云覆盖率在天空的 20% 以下的 1A 资料气象卫星合计 186 轨。

根据广西的地理位置和 NOAA 图像的特点, 对 NOAA 系列气象卫星和风云系列 1A 资料的处理主要采用兰勃特投影。其投影变换公式如下:

$$\begin{cases} x = \rho \sin \theta_r \\ y = \rho_0 - \rho \cos \theta_r \end{cases} \quad (1)$$

式中:

$$\rho = R \frac{\cos \theta_0}{\sin \theta_0} \left[\frac{\tan \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\theta}{2} \right)}{\tan \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\theta_0}{2} \right)} \right] \sin \theta_0 \quad (2)$$

$$\theta_r = \varphi \sin \theta_0 \quad (3)$$

$$\sin \theta_0 = \frac{\ln \cos \theta_0 - \ln \cos \theta}{\ln \tan \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\theta_0}{2} \right) - \ln \tan \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\theta}{2} \right)} \quad (4)$$

式中: θ_0, θ ——相割的纬度线; φ ——投影点经纬度, θ_0 ——中央纬圈。对于广西选取 $\theta_0 = 22^\circ; \theta = 25^\circ; \theta_r = 20^\circ 833'$ 。

多时相卫星遥感图像的时序分析, 图像的几何定位精度是确定资料可比性的关键, 为了实现定位精度控制在半个像元内, 本文采用了遥感图像与矢量地理数据配准的方法(1 25 万广西地理数据)。经过配准后的影像图, 在完全晴空状态下, 大化县影像的像元计算面积在 2 735~ 2 768 km² 之间, 都安县像元计算面积在 4 065~ 4 138 km² 之间, 与国家测绘部门提供研究区域的国土面积相比, 相对误差仅为 $\pm 0.73\%$ 。投影误差完全在允许范围内。

3 分析研究

3.1 气象卫星遥感监测生态环境变化的原理

NOAA 系列极轨气象卫星的 AVHRR 扫描辐射计有两个遥感植被状况的通道, 即 0.58~ 0.68 m 的可见光通道和 0.725~ 1.1 m 的近红外通道。由于绿色植被对太阳可见光有很强的吸收能力, 对近红外光有很强的反射能力。因此, 通过多个通道综合运算不仅可以反映出区域植被覆盖程度, 也可以反映出植被的长势, 可以识别某区域是否处于石漠化状态或石漠化演变的程度。为了减少不同太阳高度角、大气状况、斜视观测及不同卫星自身携带 AVHRR 扫描辐射计等带来的误差, 通常使用归一化植被指数来反映植被状况。其定义为:

$$NDV I = (CH_2 - CH_1) / (CH_2 + CH_1) \quad (5)$$

其中 CH_1, CH_2 分别表示 AVHRR 第一、二通道的反射率。

一般说来, 植被生长发育均具有明显季节性变化的特点, 尤其是生长周期较短的农作物, 季节性变化更为显著。鉴于研究区域天气复杂特点, 难以获取时段完全相同的、晴空的卫星遥感资料, 在统计归一化植被指数 NDV I 时, 拟选用月值来反映喀斯特区域植被生长状况。若一个月内存在两轨以上气象卫星资料的, 则取在一个月内取最大植被指数来代表该月的植被指数值, 其目的是进一步消除太阳高度角、卫星视角和云的影响, 同时也尽可能消除植被生长季相的差异。月内最大植被指数计算方法如下:

$$TNDV I = \max [NDV I(t)], t = 1, 2, 3, \dots \quad (6)$$

式中, t 代表天数, NDV I(t) 是天的植被指数, TNDV I 是月内最大 NDV I 值。通常有云或大气混浊时 NDV I 值很低, 而采用求最大值方法对于多数情况下可以起到消除部分云层和大气混浊的影响。针对某些年份的个别月由于受阴雨天气过多或者夏季受对流性云团的影响, 很难获取晴空率在 80% 以上的晴空数据的状况, 在技术上又采用多轨合成办法, 以滤去云的影响, 从而保证该月有相对合理的 NDV I 数据。

在遥感影像图(略)可以看出, NDV I 各等级的空间分布是非连续性的。为了客观地反映研究区域各等级的实际分布以及研究区域的整体状况, 在系统开发时, 增加了对各等级下对应的像元面积进行统计的功能。即应用各 NDV I 等级下对应的像元总面积区域除以研究区域总面积所得到的面积百分率来定量地反映各 NDV I 值的空间分布状况。在此基础上, 求算各等级下的面积百分率与其对应的 NDV I 值的乘积之和, 即可反映出研究区域的总体植被分布状况, 其求算公式如下:

$$ANDV I = \sum NDV I(i) \times S_i / S \quad (7)$$

式中: S_i ——NDV I(i) 等级对应的像元面积, S ——区域总面积。

根据上述原理, 本文应用国家气象卫星中心遥感应用试验基地(广西)承担中国气象局项目“生态环境遥感监测系统”开发的系统软件, 分别求算都安、大化两县近 10 年来(1993 年 1 月~ 2003 年 12 月)逐月的归一化植被指数 NDV I 及各等级对应的像元面积。

3.2 退耕还林政策的实施对遏止喀斯特区域石漠化和生态环境恢复作用的分析

图 1 是 1995 年 12 月实行退耕还林前无大宗农作物生长季节所监测到归一化植被指数等级对应像元面积占国土面积百分率的变化曲线。从图 1 可以明显看出, 退耕还林前大化县归一化植被指数 NDV I 等级低值区所对应像元面积占国土面积百分率的明显大于都安县, 而 NDV I 等级中、高值区所对应的像元面积百分率小于都安县。从整体看, 1995 年 12 月无大宗作物生长季节期间, 大化县境内植被覆盖不如都安县。

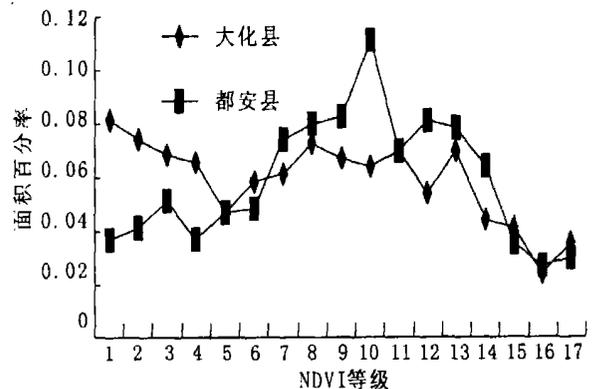


图 1 1995 年 12 月大化、都安两县不同等级对应像元面积占国土面积百分率曲线

但从图 2 可以看出, 实施退耕还林政策后, 在短短的 7~ 8 年时间内, 结果却完全相反: 2003 年 12 月大化县归一化植被指数 NDV I 等级低值区所对应像元面积占国土面积百分率已明显小于都安县, 而 NDV I 等级中、高值区所对应的像元面积百分率普遍高于都安县。由此可见, 到 2003 年底, 同样处于发育最为典型喀斯特区域, 由于实施退耕还林政策的力度、措施有所不同, 效果相差甚大。

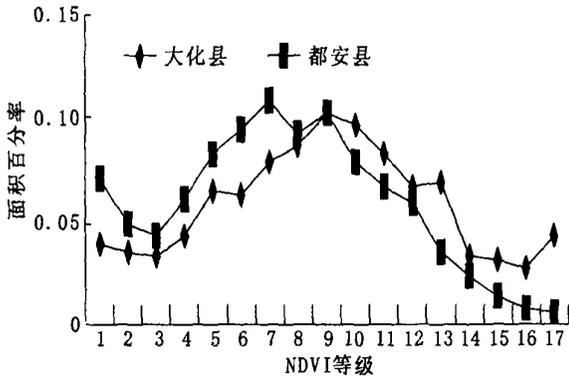


图 2 2003 年 12 月大化、都安两县不同等级 NDVI 对应像元面积占国土面积百分率曲线

比较大化、都安两县植被生长旺季期间的归一化植被指数 NDVI 不同等级对应像元面积占国土面积百分率的差异也可以反映出耕作制度对植被覆盖率的影响。图 3 是 1995 年 6 月实施退耕还林前大化、都安两县相应的 NDVI 等级对应的像元面积占国土面积百分率曲线。从图 3 可以看出, 在植被生长旺季期间, 大化县植被覆盖度或植被长势稍差于都安县。但从图 4 可以看出, 经历 7~8 年实施退耕还林政策后, 在植被生长旺季期间, 大化县植被覆盖度或植被长势明显不如都安县。据作者 1995 年期间参与喀斯特区域扶贫攻坚战时的实地调查, 广西喀斯特区域粮食作物种植多以春玉米为主的, 而由于玉米属高秆作物, 在同类型地块中, 玉米种植区地表郁密度明显大于非玉米种植区或自然状态区。可见, 大宗农作物生长旺季期间, 大化、都安两县退耕还林前后相应的 NDVI 等级对应的像元面积占国土面积百分率差值离散程度的差异主要是由于农作物种植比例不同造成的。从另一个侧面也说明了, 都安县实施推耕还林工作, 任务还十分艰巨。

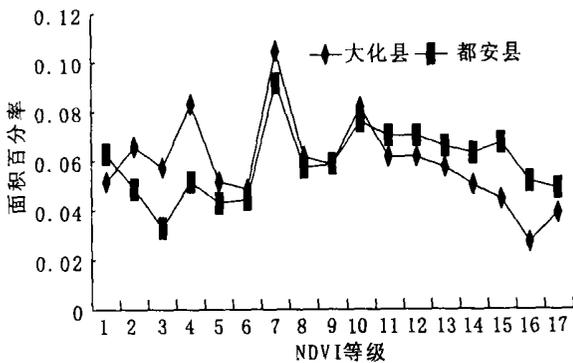


图 3 1995 年 6 月大化、都安两县 NDVI 等级对应像元面积占国土面积百分率

3.3 大化、都安喀斯特区域退耕还林前后周年植被 NDVI 值的演变分析

为了便于比较, 将大化、都安两县退耕还林前后逐月植被指数 NDVI(i) 值点绘在同一坐标系。从变化曲线不难看出

参考文献

[1] 吴虹, 陈三明, 李锦文. 都安石漠化趋势遥感分析与预测[J]. 国土遥感资源, 2002, (2): 15- 19.
 [2] 李东海. 广西向石漠化宣战[EB/OL]. 广西林业信息网——林业动态.
 [3] 肖乾广, 陈维英. 用气象卫星绿度值资料对全国植被生态环境进行动态监测研究[A]. 环境监测与作物估产的遥感研究论文集[C]. 北京: 北京大学出版社, 1990.
 [4] 盛永伟, 陈维英, 肖乾广, 等. 利用气象卫星植被指数进行我国植被的宏观分类[J]. 科学通报, 1995, 40(1): 68- 71.
 [5] 周忠发, 黄路迎, 肖丹. 贵州高原喀斯特石漠化遥感调查研究[J]. 贵州地质, 2001, 18(2): 93- 98.
 [6] 章程, 曹建华. 广西岩溶石山地区耕地整理的生态适宜性综合评价——以县级区域为例[J]. 水土保持研究, 2004, 11(3): 120- 121.

出, 大化、都安两县退耕还林前后逐月植被指数 NDVI(i) 存在着相同的变化趋势, 即夏半年植被指数大于冬半年。

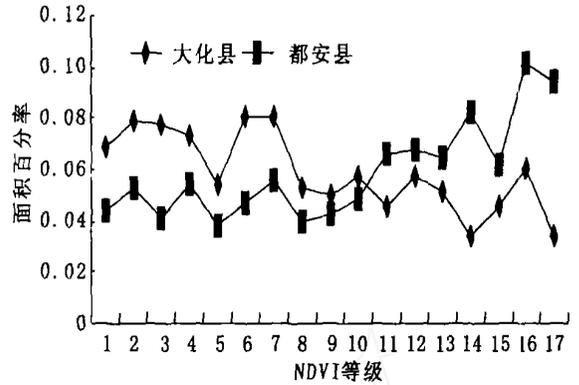


图 4 2003 年 6 月 NDVI 等级对应像元面积占国土面积百分率曲线

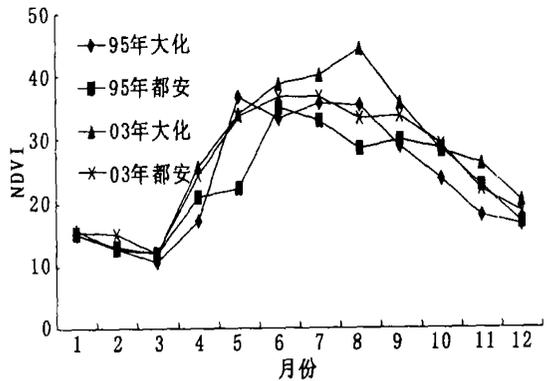


图 5 大化、都安退耕还林前后归一化植被指数周年变化曲线

从平均状态看, 无论是大化县还是都安先, 2003 年的周年植被指数值均比 1995 年周年植被指数值高, 这说明了实施退耕还林政策对恢复生态平衡起了一定作用。但从比较近 10 年来两县各月 ANDVI 的差值看, 各月级差还不是十分明显, 这证明了由于喀斯特区域生态环境的脆弱性, 一旦受到破坏后, 其恢复过程将是比较漫长的结论。

4 问题讨论

应用极轨气象卫星具有覆盖范围广、重复周期短、客观、廉价等优点, 研究喀斯特区域归一化植被指数周年变化规律以及比较不同年份之间的差异, 实现了对广西喀斯特区域实施退耕还林政策以来对遏止喀斯特区域石漠化和生态环境恢复的动态监测。但由于受到气象卫星空间分辨率较低等因素的影响, 在定量分析方面上仍有待研究。此外, 如何还原遥感影像中阴影所对应的归一化植被指数, 至今目前还没有找到很好的解决方法。因此, 综合利用长时间序列的、不同空间分辨率的卫星资料优点, 或许从根本上解决石漠化量化监测和科学评估退耕还林效果的难题。