

基于遥感和GIS的东亚土地覆盖年际变化研究

香宝 刘纪远

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要 土地覆盖的年际变化是以土地覆盖的宏观分布模式为基准, 在外界驱动因子的作用下发生的年与年之间的变化。因此, 为揭示东亚地区土地覆盖的年际变化特征, 首先选取东亚地区时相一致的不同空间分辨率(1km和8km)的NDVI影像进行了非监督分类, 并总结了东亚土地覆盖的宏观分布模式, 然后以时间序列的8 km AVHRR NDVI数字影像为基础, 应用距平百分率分析方法生成每年5~9月距平百分率分级影像, 并以该影像为基础分析总结了东亚土地覆盖的年际变化特征。结果显示, 该方法及其揭示的现象比较客观地反映了东亚土地覆盖年际变化特征。

关键词 遥感和GIS 东亚土地覆盖 土地覆盖分布模式 土地覆盖年际变化

中图分类号: F301.24 X87 P208 **文章标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2002)10-1017-04

Study on Interannual Variance of East Asian Land Cover Based on the Remote Sensing and GIS

XIANG Bao, LIU Ji-yuan

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101)

Abstract Macroscopical distribution pattern of land cover is a foundation for the land cover's interannual change that is being occurred by the outside driving force. In this study, unsupervised classification method have been used based on the different NDVI images which have different spatial resolution and same temporal, and the macroscopical distribution pattern of East Asian land cover was summed up. Furthermore, annual 5~9 months anomaly percentage grading images have been made using Anomaly Percentage Analysis methods based on the NOAA/AVHRR Pathfinder database, which are 8km spatial resolutions and 10 days temporal resolutions, and generalized the characteristic of interannual changes of east Asian land cover. Which are can be seen as follows:

(1) Land cover dynamic of summer(5~9 month) in east Asia apparently differentiated three regions such as the northwest inland area, eastern monsoon area and northern part of east Asia.

(2) Inside the monsoon area, land cover dynamics have shown to have trends of differentiate of southeast to northwest. As regards the whole, the interannual changes of land cover of Northeast China Plain, North China Plain, southwest China and Huaihe basin are relatively heavy.

(3) In the edge of monsoon area, there exist an obvious dynamic zone which is expanded from northeast to southwest. This is consistent with ecological environment fragile area of northern part of China.

(4) In the northern part of east Asia, the land cover's interannual dynamic have feature of zonal distribution. In the same zone, there exist difference of east to west, but the interannual changes are very simple.

(5) From the interannual changes of land cover, we have seen that the land cover have trends of increase except northwest inland arid area, especially in the northern part of east Asia and midwest Qinghai-Tiber.

Keywords Remote sensing and GIS, East Asian land cover, Land cover distribution patterns, Land cover interannual variance

基金项目: 中国科学院资源环境领域知识创新工程方向性重大项目(KZCX2-308); 中科院地理科学与资源研究所知识创新工程领域前沿项目(CXIOG-E01-01); 教育部科学技术研究重点项目(01022)

收稿日期: 2001-06-07; **改回日期**: 2002-03-16

0 引言

土地覆盖是指地球陆地表层的自然属性,客观存在于自然界的土地覆盖是由多种组成要素有机结合而形成的自然综合体,其中植被是连结土壤、大气和水分等要素的自然“纽带”^[1],因而,植被的动态变化在某种程度上代表着土地覆盖的动态变化。植被动态监测开始于遥感对地观测,在遥感平台上获得的是地物不同的电磁波辐射,所有物体都具有本身发射电磁波的特性,与此同时都还具有吸收、反射或散射电磁波的特性。植被指数是根据植被反射波段的特性计算出来的反映地表植被生长情况、覆盖情况、生物量情况及植被种类情况的间接指标。植被指数按遥感平台及传感器的不同而有很多种。根据 NOAA AVHRR 1、2 通道计算产生的各种参数都对植被生长状况、生产力以及其他生物物理、生物化学特征敏感,因此,常被用作描述植被生理状况,估测土地覆盖面积的大小、植物光合能力、叶面积指数、现存绿色生物量、植被生产力等。归一化植被指数(NDVI),被定义为近红外波段(NIR)与可见光红波段(R)数值之差和这两个波段数值之和的比值,即 $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ ^[2],是普遍利用的刻画植被的指数。因此,作为植被的一个重要遥感参数,NDVI 在全球变化、土地利用、土地覆盖等领域得到了广泛的应用^[3-5],如 Tucker(1985)利用 13 个月的连续多时相 NOAA AVHRR 数据集进行主分量分析,然后利用前 2 个主分量图象对非洲大陆的植被进行了分类研究,并作出了非洲的土地覆盖图;Eric(1997)用 NDVI 对西非的土地覆盖变化进行了研究,并阐明了西非土地覆盖的主要影响因素;史培军(1996)利用美国探路者数据库 $1km \times 1km$ 分辨率的连续 10 年时间序列的逐旬 NDVI 数据,研究了中国地表覆盖的空间分异特征和中国地表覆盖动态变化的区域分异规律。由于至今尚未见到利用时间序列 $8km$ 空间分辨率 NOAA AVHRR NDVI 数字影像进行整个东亚地区土地覆盖年际变化的研究,而这种区域性的研究对全球变化研究来说有着重要的意义。本研究在前人工作的基础上,先用不同空间分辨率的 NDVI 影像进行分类,在此基础上概括东亚土地覆盖的宏观分布模式,进一步用时间序列 $8km$ NOAA AVHRR NDVI 数字影像,分析东亚地区土地覆盖的年际变化特征。

1 东亚土地覆盖空间分布模式研究

1.1 基于不同分辨率 NDVI 的土地覆盖分类

土地覆盖的年际变化是以土地覆盖的宏观分布模式为基准,在外界驱动因子的作用下发生的年与年之间的变化,因此,为了更好地了解东亚土地覆盖的年际变化特征,有必要对东亚土地覆盖的宏观分布模式有个初步的了解。植被指数的遥感图象分类可以达到这一目的。由于分类的目的是了解土地覆盖的宏观分布模式,因而对分类结果的精度要求不高。实际分类时,选取时相基本一致(8月),空间分辨率不同($1km$ 和 $8km$)的两期植被指数影像,先对它们进行预处理,然后利用非监督分类方法对图象进行分类。具体进行分类操作时,首先要研究确定一最大分类数,计算机将确定各类型的聚类中心,根据各类的离散性统计量和类间的可分离性统计量进行像元的合并,然后人机交互制定各类型。在 GIS 支持下把单波段分类影像转换成 GRID 格式,并参照原始影像对不同的类赋不同颜色,生成东亚土地覆盖分类影像,结果如图版 I 图 1 所示。

1.2 东亚土地覆盖空间分布模式分析

从图版 I 图 1 可以看出,两种分辨率 NDVI 影像的分类结果基本一致,且东亚土地覆盖空间分布模式存在以下几个特征:

(1)总体上看,土地覆盖空间分布以东亚干旱地区为中心,呈开口朝西、顶端向东的马蹄形分布(半环状分布),表现在由内陆荒漠、半荒漠向外经草原、森林草原到外围的森林带,呈半环状排列。土地覆盖的这种分布模式,充分说明了海陆分布、地形等诸多大尺度因素在东亚土地覆盖分布中所起的作用。

(2)东亚干旱中心的东南部,即东亚季风区范围内,土地覆盖分布模式有两种表现形式:第一是东北—西南延伸、东南—西北更替的经度地带性分布模式,而且这一规律在季风区西部边缘地区的表现尤为明显;第二是东西向延伸、南北向更替的纬度地带性分布模式。由于季风区内,广泛分布着各种熟制和类型的农田植被,因而破坏了这一规律性分布的完整性。

(3)东亚干旱中心的北部,土地覆盖分布模式的纬度地带性表现最为典型。土地覆盖类型大多表现出东西向延伸、南北向更替的规律。

2 东亚土地覆盖年际变化特征

2.1 数据源及其处理

构成本项研究的基本数据集是美国地质调查局的 EROS 数据中心提供的 AVHRR 探路者数据库, 其空间分辨率为 8km, 时间分辨率为 10 天, 数据项包括 NOAA AVHRR 1、2、4、5 波段数据、辅助数据和 NDVI 数据, 投影为古得投影, 数据载体为 8mm 磁带, 空间范围为 25.6°E~143.7°E, 4.5°S~79°N, 时间序列为 1981 年 7 月~1994 年 8 月。为考虑年际间数据的可比性及研究时段的完整性, 实际应用时, 只用了 1982~1991 年的数据。在地理信息系统支持下, 计算了 1982~1991 年, 每年 5~9 月平均 NDVI 影像。计算每年 5~9 月 NDVI 是考虑了以下因素: ①东亚地区植被对 5~9 月季风气候雨热同季特征具有较强的敏感性; ②每年 5~9 月 NDVI 平均值, 能够部分消除植被的季节变化特征, 从而更充分反映植被的年际变化特点。

土地覆盖年际变化是全球气候变化、区域性气候变化以及人类不同程度活动对土地覆盖综合影响的产物, 是指土地覆盖在不同时间尺度上变化的空间分异状况。通常用距平百分率来表示其随时间的变化程度及幅度。为了刻画植被指数随时间的变化规律, 即实现 NDVI 在时间序列上变化的空间比较, 在 GIS 软件的支持下, 以上述遥感影像为数据源, 利用下式求得逐月 NDVI 影像的距平百分率影像, 得到反映 NDVI 变化的时间序列影像。

$$NDVI_j = \frac{NDVI_{ij} - \overline{NDVI}_i}{\overline{NDVI}_i} \times 100\% \quad (1)$$

其中, $NDVI_{ij}$ 表示第 j 年, 第 i 月的 NDVI 原始值; \overline{NDVI}_i 表示 10 年(1982~1991)间该月的 NDVI 平均值; $NDVI_j$ 表示第 j 年、第 i 月的 NDVI 距平百分率。

进一步从上述逐月 NDVI 距平百分率影像中计算每年 5~9 月距平百分率的平均值, 以代表每年 5~9 月 NDVI 的距平百分率。所生成的每年 5~9 月 NDVI 距平百分率代表在 10 年中, 该 5~9 月 NDVI 的变化幅度。这样使得不同年份相同时间段(5~9 月)土地覆盖变化的对比分析成为可能。

进行年际变化比较分析时, 必须对上一步处理的距平百分率影像, 按统一标准生成分级影像。经多次对比分析后, 分级影像确定为 5 级(-35~-8,

-7~-2, -1~1, 2~5, 6~45) 分类基本上能够反映土地覆盖年际间动态变化特征。距平百分率分级影像如图版 I 图 2 所示。

2.2 结果分析

分析图版 I 图 2 可以发现, 1982~1991 年, 东亚地区夏半年土地覆盖年际变化存在以下几个特征:

(1) 总体来看, 夏半年, 东亚地区土地覆盖动态变化明显地分异出互不相同的 3 大区域。其中, 西北内陆地区, 包括青藏高原西北、新疆、内蒙古西部及蒙古国西南地区, 以温带荒漠及高寒荒漠为主。由于深居内陆、气候干旱、植物群落生物量极低, 而反映出土地覆盖年际间变化较小的特征; 东部地区(季风区), 受季风气候以及广泛的人类活动的影响, 土地覆盖的年际动态比较大; 东亚北部地区, 受西风带及北冰洋气流的影响, 反映出和上述两个地区不同的特征。总之, 夏半年, 东亚土地覆盖动态, 以西北内陆地区为中心, 其北侧和东南侧动态变化比较大, 中心本身变化较小。

(2) 季风区内部, 土地覆盖动态表现出东南-西北和南-北差异, 但这种差异并不存在像土地覆盖指数的空间分异那样呈递变规律, 而是呈现出条块相间的分布规律, 这可能与土地覆盖类型(如农田植被、森林)有密切的关系。就整体而言, 研究时间段内, 东北平原、华北、我国西南地区、淮河流域土地覆盖年际变化比较大。

(3) 季风边缘区, 存在一条大致东北-西南延伸的带状动态变化明显区, 这与过去许多研究中认为的北方生态环境脆弱带是基本一致的。

(4) 东亚北部地区土地覆盖年际动态变化的带状分异比较明显。东-西向带内虽有差异, 但其年际变化基本一致。

(5) 从 10 年土地覆盖年际动态总趋势来看, 除了东亚西北内陆干旱地区以外, 土地覆盖正距平都有程度不同的增加趋势。这种趋势在东亚北部、青藏中西部等地区表现十分突出。

参 考 文 献

- 1 陈述彭, 童庆喜, 郭华东. 遥感信息机理研究[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 338~340.
- 2 刘纪远, 庄大方, 凌扬荣. 基于 GIS 的中国东北植被综合分类研究[J]. 遥感学报, 1998, 2(4): 285~291.
- 3 Tucker C J *et al.* African land cover classification using satellite data[J]. Science, 1985, 227(4685): 369~375.

- 4 Eric F Lambin, Daniele Ehrlich. Land-cover changes in sub-saharan africa(1982~1991): Application of a change index based on remotely sensed surface temperature and vegetation indices at a continental scale[J]. Remote Sensing of the Environment., 1997, 61(2): 181~200.
- 5 宫鹏, 史培军, 滑瑞良等. 对地观测技术与地球系统科学[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 74~86.



刘纪远 1947年生, 研究员, 博士生导师, 中国科学院地理科学与资源研究所所长, 先后主持了一系列国家和中科院资源环境遥感重大项目, 获得国家科技进步二、三等奖, 中国科学院科技进步特等奖、一等奖、国家土地管理局一等奖等, 发表论著 60 余篇。



曹宝 1965年生, 2000年于中国科学院遥感应用研究所获博士学位, 现在中国科学院地理科学与资源研究所做博士后研究工作, 主要从事土地利用/土地覆被变化与遥感应用方面的研究, 发表论文 20 余篇。

惠普推出全新大幅面打印机 Designjet 100、Designjet 5500

9月24日, 中国惠普公司打印及成像系统集团推出了两款最新的专业级大幅面打印机 HP Designjet 100、HP Designjet 5500。

HP Designjet 100 是一款多幅面的专业级打印机, 在幅面上可以满足 A4~A1 任意输出的需求, 在打印质量上可以选择专业级 CAD 输出模式, 同时也可以选择一般办公商业需求打印模式。其具有以下主要特性: 具有 USB 和并行连接接口, 还具有可选的局域网卡; 采用易于更换的、四色的独立墨盒和打印头; 可以打印 300g/m² 的纸张及涂料纸、加重涂料纸、透明膜、牛皮纸等不同介质; 采用彩色多分层技术实现生动、逼真的输出; 色素黑墨水及基于染料的彩色墨水; 采用离轴墨水系统, 提高打印速度等。

HP Designjet 5500 是继大幅面市场上最流行的 HP Designjet 5000 之后, 第一台通过网络直接提交文件的大幅面打印设备。利用 HP Designjet WebAccess, 用户可最多提交七种格式的文件, 包括 Adobe (r) PDF、TIFF 和 JPEG, 无需驱动程序或应用程序的支持。此外, 它还提供了一个新的 40GB 超大硬盘, 从而使文件可以永久地存储和保存在打印机中。高质量的专业输出, 其主要特性包括: 通过选择打印输出模式, 可以提供适于直接销售的高质量打印输出; 利用 HP Jetdirect 615n 打印服务器, 可以使数据传输速率最高达到每秒 4.5 兆字节; 支持新的纸张种类; 通过新的网络文件提交方式, 实现了无驱动程序的打印工作流程, 从而能够方便地与多平台环境连接; 40GB 的硬盘可用于永久地保存文件, 无需因再次发送文件而耽误时间; 支持 CAD 纸张, 包括白光纸、用于线条图的涂层纸、透明膜和牛皮纸; 支持 CAD 应用的更小页边空白规格 (5 毫米)。

其他一些特性包括: 可选择现成的 RIP 模式或嵌入的 Adobe PostScript RIP 模式; 最高速度为 569 平方英尺/小时; 六色墨水, CMYKcm 颜色; 惠普公司的彩色分层技术能够实现连续的色调和平滑的彩色过渡; 利用自动闭环颜色校准能够确保打印的一致性; 生动、逼真的输出, 分辨率达 1200×600dpi (点/英寸); Microsoft (r) Windows (r) 和 Mac 平台上 EuroScale, SWOP, DIC, TOYO 和 JMPA 及 ICC 描述文件的偏移仿真; 最大 256MB RAM 存储器; 模块化墨水输送系统同时支持基于染料和基于色素的 UV 墨水; 提供 42 英寸和 60 英寸的打印。

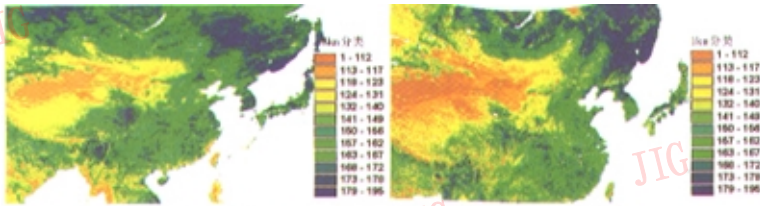


图 1 基于不同空间分辨率 NDVI 的东亚土地覆盖分类图

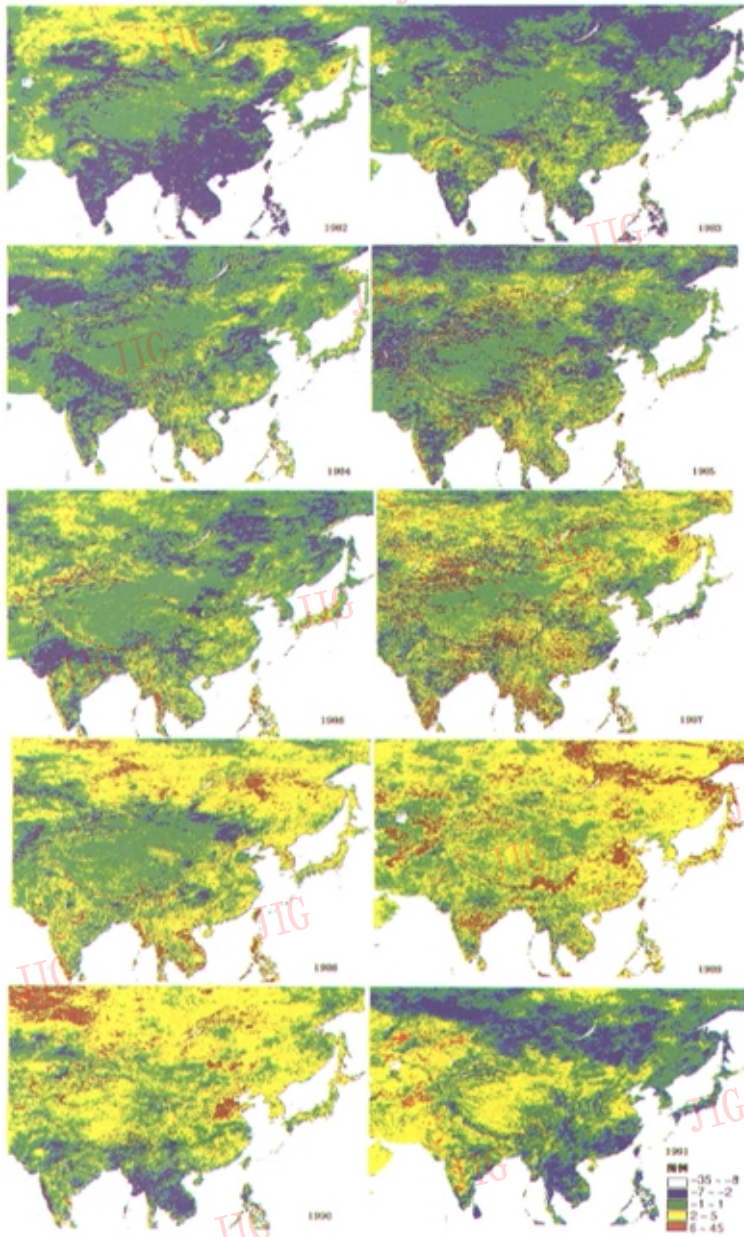


图 2 东亚土地覆盖(1982~1991) 5~9月距平百分率分级图