

1998 ~ 2008 年中国东部沿海植被覆盖变化特征

侯西勇¹, 应兰兰^{1, 2}, 高 猛¹, 毕晓丽¹, 路 晓^{1, 2}, 朱明明^{1, 2}

(1. 中国科学院烟台海岸带研究所, 山东 烟台 264003; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 基于 1998 ~ 2008 年的 SPOT - VGT 数据, 利用 CVA、一元线性回归、Hurst 指数等方法分析中国东部沿海植被覆盖变化特征及趋势, 并编制植被覆盖退化特征图谱。研究表明: 植被覆盖总体呈上升趋势, 高变化和中变化区比例合计达 26.23%; 与此同时, 退化区也大量分布; 植被覆盖变化的自相似性和长程依赖性突出, 区域尺度 Hurst 指数高达 0.84, 增长趋势可持续, 像元尺度 Hurst 指数普遍较高, 但空间格局比较复杂; 未来植被覆盖趋于恶化的面积约占 10.58%, 三大都市圈及部分海岸带区域严重退化并将持续退化, 众多中小城市周边中度退化并将持续退化。

关键词: 植被覆盖; Spot - VGT; 变化矢量分析; Hurst 指数; 退化特征图谱; 东部沿海

中图分类号: X87 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 0690(2010) 05 - 0735 - 07

地表覆盖变化是影响能量平衡、水循环及生物化学循环过程的重要因素, 是气候系统变化的重要控制和驱动因子, 因而是全球变化研究中的热点与前沿问题; 植被覆盖是陆地生态系统的主体, 对其进行长期动态监测是当前国内外多学科研究的焦点。长期及年际间的气候变化、地理或环境要素变化以及人类活动等都是导致植被覆盖变化的重要原因, 这些因素综合导致的地表覆盖变化有多种表现形式, 包括类型更替、质量变异、强度变化及空间格局演替等^[1-3]。遥感技术作为对地观测的一个有力工具, 能够对不同尺度空间进行长时序的动态监测, 而且信息源丰富, 具有高光谱、可重复观测、快速监测、多分辨率、现势性突出、经济高效等优势, 因而已经发展成为监测大范围植被变化的主要手段^[4]。目前, NOAA AVHRR、SPOT - VGT、TERRA MODIS 和 Landsat 等都是开展植被覆盖监测的重要信息源^[5-16]。

中国东部沿海是陆地向海洋过度的区域, 不仅是人口和经济要素高度发达、高度密集的空间区域, 而且也是重要的环境与生态屏障地带。植被覆盖在东部沿海生态服务功能中扮演了极为重要的角色, 包括景观、旅游、食物、文化、水土保持、气候调节、防减灾、生物多样性保持等。近年来, 伴随全球气候变化步伐的加剧及沿海经济社会的进一步

迅速发展, 区域植被覆盖发生了显著的变化, 因此, 以遥感技术为基础, 综合应用多种数学方法, 分析东部沿海植被覆盖变化的数量特征和空间格局特征, 并揭示其变化趋势, 将能促进区域生态保护和生态建设成果的维持, 并为经济社会可持续发展决策提供强有力的支持。

1 研究区概况

中国东部沿海包括 15 个省市自治区, 总面积超过 $133 \times 10^4 \text{ km}^2$, 自南向北、自西向东分别跨越 25 个纬度和 21 个经度。气候类型及气候特征南北差异非常大。该区域集中分布了京津冀、长江三角洲、珠江三角洲三大都市圈和辽中南、山东半岛、江苏沿海、海峡西岸、北部湾等经济板块, 是中国经济社会最发达和最具活力的地带。区内农业发达, 农田广布, 呈南水北旱格局; 自然植被类型主要包括温带落叶阔叶林、温带落叶灌丛、亚热带热带常绿针叶林、亚热带常绿阔叶林、热带常绿阔叶雨林等。近年来, 受经济社会发展和气候变化等因素的影响, 植被覆盖发生了较为显著的变化。

2 数据与方法

2.1 数据介绍

本文所用数据为 1998 年 4 月至 2008 年 12 月 1

收稿日期: 2009 - 12 - 18; 修订日期: 2010 - 03 - 05

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(kzcx2 - yw - 224)、国家自然科学基金项目(40801016)、中国科学院“十一五”e - Science 应用示范项目(INFO - 115 - D01 - 2005) 资助。

作者简介: 侯西勇(1975 -) 男, 山东泰安人, 博士, 主要研究方向为海岸带遥感与 GIS 应用。E-mail: xyhou@yic.ac.cn

km² 分辨率的 SPOT - VGT S10 产品,该数据由法国、欧盟、比利时、意大利和瑞典共同开发,由比利时佛莱芒技术研究所做预处理,通过 <http://free.vgt.vito.be/> 网站实现全球陆地区域数据的共享^[17]。数据需进行由 DN 值 (D_{DN}) 向真实 NDVI 值 (N_{NDVI}) 的转换^[18],公式如下:

$$N_{NDVI} = 0.004 \times D_{DN} - 0.1 \quad (1)$$

2.2 研究方法

1) 最大值合成法。最大值合成法 (MVC) 可有效去除云、大气和太阳高度角等的影响,是国际上通用的植被指数产品处理方法^[19]。通过该方法得到月和年 2 个尺度的数据:

$$N_{NDVI_i} = \max(N_{NDVI_j}) \quad (2)$$

式中, N_{NDVI_i} 是第 i 月 (或年) NDVI 值, N_{NDVI_j} 是第 i 月 (或年) 中第 j 旬 (或月) NDVI 值。

2) 变化矢量分析。变化矢量分析 (CVA) 可揭示植被覆盖变化的强度特征^[20],原理如下:将某年的 NDVI 数据定义为一个 n 维时间向量,任意两年间 NDVI 的变化可表达为 n 维空间中的变化矢量,变化矢量的模 $\|\Delta P\|$ 表示 NDVI 变化的强度,当其超过一定阈值时,往往是植被覆盖类型的变化, $\|\Delta P\|$ 可通过欧氏距离来计算:

$$\|\Delta P\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n [y_{(t_i)} - x_{(t_i)}]^2} \quad (3)$$

式中, $x_{(t_i)}$ 和 $y_{(t_i)}$ 分别是两个年份的 NDVI 矢量。

3) 一元线性回归分析。对于以往时期植被覆盖的变化趋势和变化幅度,可利用一元线性回归分析在像元尺度进行拟合^[19 21],与极差法相比,该方法消除了研究时段端点年份偶发性异常因素的影响,更真实地反映长时间序列植被覆盖的演化趋势。公式如下:

$$S_{\text{slope}} = \frac{n \times \sum_{i=1}^n i \times N_{NDVI_i} - \sum_{i=1}^n i \sum_{i=1}^n N_{NDVI_i}}{n \times \sum_{i=1}^n i^2 - (\sum_{i=1}^n i)^2} \quad (4)$$

$$R_{\text{Range}} = S_{\text{slope}} \times n \quad (5)$$

式中, N_{NDVI_i} 为第 i 年的 SPOT - VGT, n 为研究时段的长度; S_{slope} 是线性拟合的斜率, $S_{\text{slope}} > 0$ 表明植被覆盖为增加趋势,否则为减少趋势; R_{Range} 表示变化幅度。

4) Hurst 指数。植被覆盖变化类似于水文、气候、地球化学等,是具有自相似性和长程依赖性的自然现象, Hurst 指数是定量描述时间序列信息长

程依赖性的有效方法,有以下规律: $H = 0.5$, 是相互独立、方差有限的随机序列; $0.5 < H < 1$, 序列具有长程依赖性,即持续性,而且未来将延续过去的变化趋势, H 越接近 1, 持续性越强; $0 < H < 0.5$, 则未来总体趋势与过去相反,称为反持续性, H 越接近 0, 反持续性越强^[22]。本文采用最常用的 R/S 分析法计算 Hurst 指数,通过定义极差与标准差的比值为 R/S , 将存在以下指数律^[23]:

$$R/S = (c\tau)^H \quad (6)$$

式中, R 为极差序列, S 为标准差序列, c 为常数, τ 为时间序列长度。可根据实测资料在 τ 与 R/S 的双对数图上利用最小二乘法求得 Hurst 指数。

3 结果分析

3.1 基本趋势及区域差异

将东部沿海划分为环渤海 (5 省市)、苏沪浙、闽台和粤桂琼 (包括港澳) 4 部分,统计 4 个区域及东部沿海整体历年 NDVI 的平均值 (图 1)。图 1 可知, 1998 ~ 2008 年东部沿海植被覆盖在 0.67 ~ 0.78 之间波动变化, 总体呈上升趋势; 11 a 植被覆盖变化的阶段性突出, 大体以 2003 年为界, 其后总体跃升到高变化阶段; 闽台和粤桂琼植被覆盖总体超出东部沿海平均水平, 而环渤海和苏沪浙则低于东部沿海平均水平。4 个区域植被覆盖变化均为波动上升趋势, 其中粤桂琼和环渤海的上升趋势最为显著。

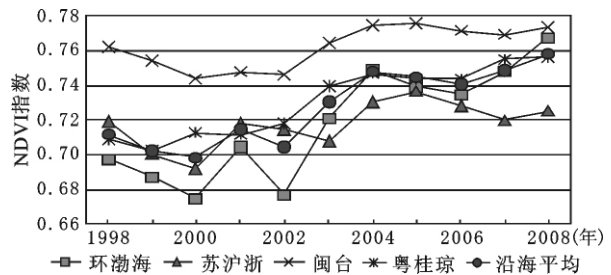


图 1 1998 ~ 2008 年植被覆盖时间变化分区统计

Fig. 1 NDVI changes in different areas in 1998 - 2008

在像元尺度计算 1998 ~ 2008 年 NDVI 的平均值 (图 2)。可见, 辽宁东北部、台湾中东部、海南中南部是植被覆盖较好的区域, 其次是冀北山区、苏北、闽浙山区等; 冀西北的农牧交错区、黄河三角洲以及 3 大都市圈是植被覆盖较低的区域。对像元尺度 NDVI 的 11 a 平均值进行分级统计表明: 在东部沿海植被覆盖总体比较好, < 0.1 的无植被区占

0.34% , 0.1 ~ 0.6 的低值区占 7.69% , 0.6 ~ 0.7 的区域占 16.18% , 0.7 ~ 0.8 的区域占 59.16% , >0.8 的高值区占 16.63% 。

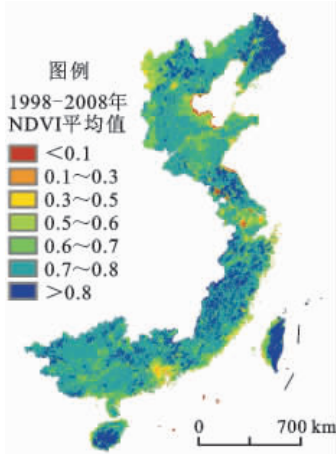


图2 1998 ~ 2008 年 NDVI 平均值 ,
Fig.2 Mean value of NDVI in 1998 - 2008

3.2 变化矢量分析

分别对 1999 ~ 2003、2004 ~ 2008 和 1999 ~ 2008 年不同时间尺度 , 在像元尺度计算变化矢量的模 , 并分级制图 , 其中 10 a 的结果如图 3 , 其分级统计特征如下: <0.3 的低值区(1 级) 占 29.71% , 分布在辽宁大部、河北中北部、山东半岛、闽浙交界、台湾中部等 , 表明这些区域植被覆盖并无显著的变化; 0.3 ~ 0.45 的区域(2 级) 占 45.06% , 广

泛分布于东部沿海的各个省市 , 尤其是闽浙和两广 , 表明这些区域植被覆盖为低变化特征; 0.45 ~ 0.6 的较高值区域(3 级) 占 19.52% , 散布于除辽宁之外的各个省市 , 表明这些区域植被覆盖为中变化特征; >0.6 的高值区(4 级) 占 5.71% , 是植被类型的高变化区 , 集中分布在河北与山东交界、江苏西北部、上海都市圈、台湾东部海岸带、海南中部以及两广局部等。对两个 5 a 的计算结果采用相同的分级标准进行图像分割 , 并叠加计算不同分级间的转移矩阵 , 以观察两个阶段变化强度差异 (表 1) 。

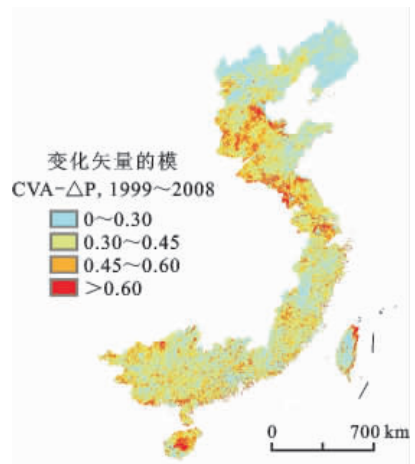


图3 1999 ~ 2008 年 NDVI 变化矢量的模
Fig.3 Result of CVA in 1999 - 2008

表 1 两个 5 a 植被覆盖变化矢量的分级比较及转移特征

Table 1 Comparison of Change Vector Analysis for two 5-year periods

	2004 ~ 2008 年				5 a - 1 汇总		
	1(0 ~ 0.3)	2(0.3 ~ 0.45)	3(0.45 ~ 0.6)	4(> 0.6)	面积(km ²)	比例(%)	
1999 ~ 2003 年	1(0 ~ 0.3)	471022	81893	20160	5236	578311	43.46
	2(0.3 ~ 0.45)	339124	164267	50084	12677	566152	42.55
	3(0.45 ~ 0.6)	76088	52198	21809	8130	158225	11.89
	4(> 0.6)	12189	6647	4471	4527	27834	2.09
5a - 2 汇总	面积(km ²)	898423	305005	96524	30570		
	比例(%)	67.52	22.92	7.25	2.30		

由表 1 可知 , 前一个 5 a 高强度变化区域(3 ~ 4 级) 分别为 $15.82 \times 10^4 \text{ km}^2$ 和 $2.78 \times 10^4 \text{ km}^2$, 所占比例合计达 13.98% , 主要分布于河北南部、山东西北部、江苏南部、上海周边、福建西北部、台湾东海岸、广西中部等。第二个 5 a 高强度变化区域分别为 $9.65 \times 10^4 \text{ km}^2$ 和 $3.06 \times 10^4 \text{ km}^2$, 所占比例合计达 9.55% , 总量大幅减少 , 且集中分布于鲁西南、苏北、台湾东海岸、粤北、桂北、海南中部。两个

5 a 相比 , 变化强度增强的区域(转移矩阵右上部 6 元素之和) 和减弱的区域(转移矩阵左下部 6 元素之和) 差异巨大 , 分别为 $1.78 \times 10^4 \text{ km}^2$ 和 $4.91 \times 10^4 \text{ km}^2$, 后者是前者的 2.75 倍。

3.3 变化趋势分析

在像元尺度进行一元线性回归分析 , 计算趋势线的斜率(表 2、图 4) , 过去 11 a 植被覆盖变化体现为普遍的改善 , 轻微、中度和明显改善的区域合

表 2 1998 ~ 2008 年 NDVI 变化趋势分级统计

Table 2 Trends of SPOT - VGT NDVI in 1998 - 2008

变化趋势(Slope)	变化幅度(Range)	NDVI 变化程度	面积(km ²)	面积百分比(%)
< -0.01	< -0.11	严重退化	39244	2.95
-0.01 ~ -0.005	-0.11 ~ -0.055	中度退化	33610	2.53
-0.005 ~ -0.001	-0.055 ~ -0.011	轻微退化	74588	5.61
-0.001 ~ 0.001	-0.011 ~ 0.011	基本不变	86500	6.50
0.001 ~ 0.005	0.011 ~ 0.055	轻微改善	307542	23.11
0.005 ~ 0.01	0.055 ~ 0.11	中度改善	447755	33.65
> 0.01	> 0.11	明显改善	341283	25.65

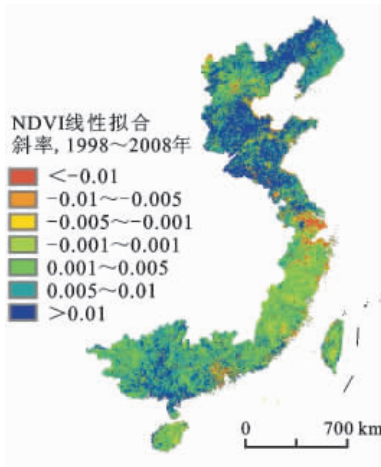


图 4 像元尺度 NDVI 变化趋势

Fig. 4 Trends of NDVI changes

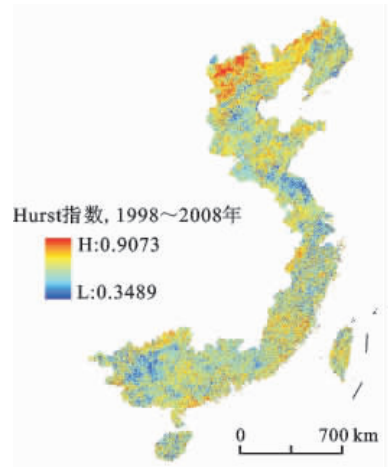


图 5 像元尺度 NDVI 变化的持续性

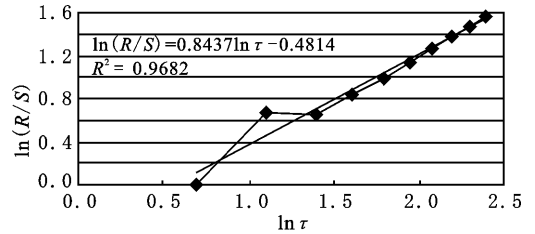
Fig. 5 Sustainability of NDVI changes

计占 82.41% ,辽宁中西部、河北南部、山东大部、江苏北部、广西中南部等是明显改善的区域;但是,退化趋势的区域也大量分布,严重、中度和轻微退化区域合计占 11.09% ,主要分布在 3 大都市圈以及浙江和福建的山地丘陵区。

3.4 变化的持续性分析

1998 ~ 2008 年东部沿海植被覆盖变化有较为突出的自相似性和长程依赖性,图 5、6 分别是像元尺度 Hurst 指数空间分布图和区域尺度 NDVI 均值的 R/S 分析结果,可见,Hurst 指数空间格局比较复杂:辽宁中西部、河北北部属于高值区,具有持续变化的趋势;苏北、广西中西部、河北南部、辽宁东北部、鲁西南等区域则是低值区,具有反持续性;其他广大区域 Hurst 指数表现出在相对较小的空间尺度上高、低值镶嵌分布的特征。由图 6,未来时期东部沿海植被覆盖变化趋势表现出强的可持续性,Hurst 指数高达 0.8437,双对数散点线性拟合 R^2 高达 0.97。

为深入揭示植被覆盖的变化程度及其可持续性,将图 4、5 进行图像分割和叠加分析,即将退化

图 6 中国东部沿海 NDVI 变化的 R/S 分析Fig. 6 The R/S analysis for the NDVI changes

或改善信息与可持续性信息进行耦合,统计叠加结果(图 7)。横轴数字的 10 位数表示变化程度,1 ~ 7 分别为严重退化、中度退化、轻微退化、基本不变、轻微改善、中度改善、明显改善;个位数表示变化的未来可持续性,1 ~ 5 分别为强反持续性、弱反持续性、弱持续性、中持续性、强持续性。可见,(1) 良性发展组合占主导,其中 64(中度改善和中持续性)分布最广泛,占 23.67%;74(明显改善和中持续性)次之,占 20.12%;54(轻微改善和中持续性)列第 3,占 14.33%;再次是 53(轻微改善和弱持续性)、63(中度改善和弱持续性)、44(基本不变和中持续性)、65(中度改善和强持续性)、75

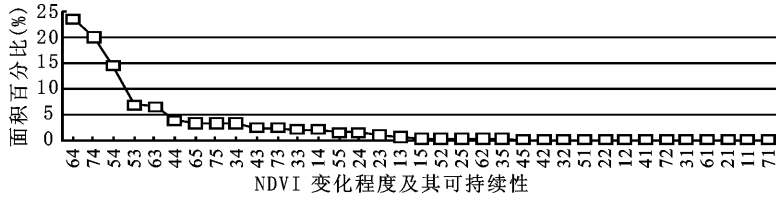


图7 中国东部沿海地区 NDVI 变化程度及其可持续性

Fig. 7 Change degree and trend sustainability of SPOT - VGT NDVI in China's eastern coastal areas

(明显改善和强持续性), 其比重分别为 6.88% , 6.51% , 3.76% , 3.32% , 3.27%。(2) 恶性发展组合面积较少, 其中比较突出的包括: 34(轻微退化和中持续性), 占 3.21%; 33(轻微退化和弱持续性), 占 2.15%; 14(严重退化和中持续性), 占到 2.04%; 24(中度退化和中持续性), 占 1.50%; 其次是 23(中度退化和弱持续性)、13(严重退化和弱持续性)、15(严重退化和强持续性), 分别占到了 0.80% , 0.54% 和 0.35%。

3.5 植被覆盖退化特征图谱

首先, 定义“恶性发展组合”的含义为: 1998 ~ 2008 年植被覆盖呈退化趋势, 且未来时期为持续性(即持续退化); 1998 ~ 2008 年植被覆盖呈改善趋势, 但未来时期为反持续性(即过去的改善趋势不具有可持续性)。进而, 编制植被覆盖退化特征图谱(图 8), 统计表明, 前一类型占据主导; 而且, 植被覆盖退化表现出复杂的空间格局特征: 三大都市圈及部分海岸带区域植被覆盖严重退化并将持续退化, 空间格局相对集中; 中度退化且将持续退化的区域散布于数量众多的中小城市周边; 轻微退化且将持续退化的区域分布最广泛, 且空间离散特征也最突出。

4 结论与讨论

1) 1998 ~ 2008 年, 东部沿海植被覆盖总体呈改善趋势, 大体以 2003 年为界, 阶段性突出; 闽台和粤桂琼植被覆盖总体超出东部沿海平均水平, 而环渤海和苏沪浙则低于东部沿海平均水平。植被的覆盖高变化和中变化区域分别占到了 5.71% , 19.52% , 前者集中分布在冀鲁交界、江苏西北部、上海都市圈、台湾东部海岸带、海南中部以及两广局部等; 两个 5 a 相比, 第一个 5 a 的变化强度显著高于第二个 5 a。

2) 植被覆盖轻微、中度和明显改善的区域合计占 82.41%; 退化区域主要分布在三大都市圈以

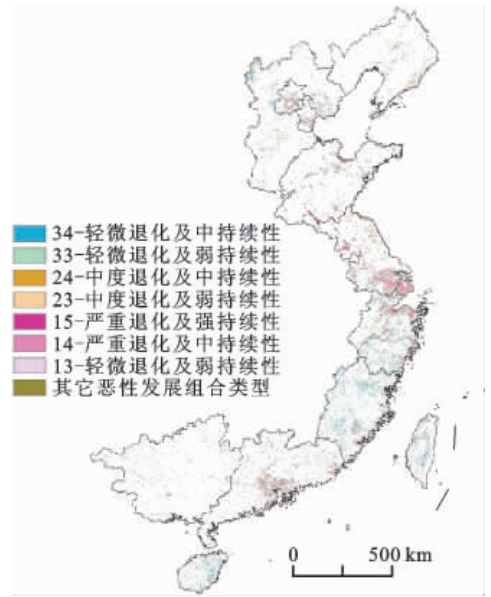


图8 中国东部沿海植被覆盖退化特征图谱

Fig. 8 Degradation map of vegetation cover in China's eastern coastal areas

及浙江和福建的山地丘陵区。植被覆盖变化具有突出的自相似性和长程依赖性, 区域尺度 Hurst 指数高达 0.84, 植被覆盖增长的趋势强可持续; 像元尺度 Hurst 指数空间格局比较复杂, 辽宁中西部、河北北部等为高值区, 具有正可持续性; 苏北、广西中西部、河北南部、辽宁东北部、鲁西南等是低值区, 具有反持续性。

3) 植被覆盖变化趋势与可持续性的耦合分析表明, 8 个主要的良性发展组合面积比重可达到 81.86% , 占据主导地位; 7 个主要的恶性发展组合比重合计为 10.58%。植被覆盖退化特征图谱表明, 三大都市圈及部分海岸带区域植被覆盖严重退化并将持续退化, 而且空间格局比较集中; 中度退化且将持续退化的区域主要散布于众多的中小城市周边; 轻微退化且将持续退化的区域分布最广泛, 空间离散特征也最突出。

4) 1998 ~ 2008 年, 东部沿海植被覆盖总体改

善,但是退化区集中分布在人口与经济社会要素高度密集的大、中、小城市周边。植被退化对这些区域环境与生态质量及人口健康的不利影响也必然是非常现实和直接的,因此,考虑东部沿海自然地理及经济社会发展现状的南北差异,因地制宜,妥善处理城市化和经济社会发展与植被保护和生态建设的关系,这是非常迫切和必要的。

参考文献:

- [1] 陈云浩,李晓兵,陈晋,等. 1983~1992年中国陆地植被NDVI演变特征的变化矢量分析[J]. 遥感学报, 2002, 6(1): 12~18.
- [2] 陈颖彪,周倩仪,陈健飞. 近30年广州市土地覆被变化时空特征分析[J]. 地理科学, 2009, 29(3): 368~374.
- [3] 李月臣,刘春霞. 北方13省土地利用/覆盖动态变化分析[J]. 地理科学, 2007, 27(1): 45~52.
- [4] 宋怡,马明国. 基于SPOT VEGETATION数据的中国西北植被覆盖变化分析[J]. 中国沙漠, 2007, 27(1): 89~93.
- [5] Xiangming Xiao, Stephen Boles, Jiyan Liu, et al. Characterization of forest types in Northeastern China using multi-temporal SPOT-4 VEGETATION sensor data[J]. Remote Sensing of Environment, 2002, (82): 335~348.
- [6] R H Fraser, Z Li. Estimating fire-related parameters in boreal forest using SPOT VEGETATION[J]. Remote Sensing of Environment, 2002, (82): 95~110.
- [7] S Le Hégarat-Masclé, C Otle, C Gue'rin. Land cover change detection at coarse spatial scales based on iterative estimation and previous state information[J]. Remote Sensing of Environment, 2005, (95): 464~479.
- [8] R H Fraser, A Abuelgasim, R Latifovi. A method for detecting large-scale forest cover change using coarse spatial resolution imagery[J]. Remote Sensing of Environment, 2005, (95): 414~427.
- [9] S Huang, F Siegert. Land cover classification optimized to detect areas at risk of desertification in North China based on SPOT VEGETATION imagery[J]. Journal of Arid Environments, 2006, (67): 308~327.
- [10] João M B. Carreiras, José M C, Pereira Manuel L, et al. Shimbukuro. Assessing the extent of agriculture/pasture and secondary succession forest in the Brazilian Legal Amazon using SPOT VEGETATION data[J]. Remote Sensing of Environment, 2006, (101): 283~298.
- [11] Rasmus Fensholt, Kjeld Rasmussen, Thomas Theis Nielsen, et al. Evaluation of earth observation based long term vegetation trends—Intercomparing NDVI time series trend analysis consistency of Sahel from AVHRR, GIMMS, Terra MODIS and SPOT VGT data[J]. Remote Sensing of Environment, 2009, (113): 1886~1898.
- [12] Jixian Zhang, Liu Zhengjun, Sun Xiaoxia. Changing landscape in the Three Gorges Reservoir Area of Yangtze River from 1977 to 2005: Land use/land cover, vegetation cover changes estimated using multi-source satellite data[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2009, (11): 403~412.
- [13] Hongjian Zhou, Anton Van Rompaey, Jing ai Wang. Detecting the impact of the “Grain for Green” program on the mean annual vegetation cover in the Shaanxi province, China using SPOT-VGT NDVI data[J]. Land Use Policy, 2009, (26): 954~960.
- [14] 张春玲,余华,宫鹏,等. 武汉市地表亮温与植被覆盖关系定量分析[J]. 地理科学, 2009, 29(5): 740~744.
- [15] 张友水,谢元礼. MODIS影像的NDVI和LSWI植被水分含量估算[J]. 地理科学, 2008, 28(1): 72~76.
- [16] HAO Chengyuan, W U Shaohong, X U Chuanyang. Comparison of Some Vegetation Indices in Seasonal Information[J]. Chinese Geographical Science, 2008, 18(3): 242~248.
- [17] Maisongrande P, Duchemin B, Dedieu G. VEGETATION/SPOT: an operational mission for the Earth monitoring; presentation of new standard products[J]. International Journal of Remote Sensing, 2004, 25(1): 9~14.
- [18] 杜灵通,李国旗. 利用SPOT数据进行干旱监测的应用研究[J]. 水土保持通报, 2008, 28(2): 153~156, 172.
- [19] 张月丛,赵志强,李双成,等. 基于SPOTNDVI的华北北部地表植被覆盖变化趋势[J]. 地理研究, 2008, 27(4): 745~754.
- [20] 杜子涛,占玉林,王长耀. 基于NDVI序列影像的植被覆盖变化研究[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(1): 83~87.
- [21] 董印,焦黎,杨光华,等. 基于SPOT-VGT数据的新疆1998~2007年植被覆盖变化监测[J]. 水土保持通报, 2009, 29(2): 125~128.
- [22] 江田汉,邓莲堂. Hurst指数估计中存在的若干问题——以在气候变化研究中的应用为例[J]. 地理科学, 2004, 24(2): 177~182.
- [23] 谢平,陈广才,雷红富. 基于Hurst系数的水文变异分析方法[J]. 应用基础与工程科学学报, 2009, 17(1): 32~39.

Character of Vegetation Cover Change in China's Eastern Coastal Areas 1998 – 2008

HOU Xi-yong¹, YING Lan-lan^{1 2}, GAO Meng¹, BI Xiao-li¹, LU Xiao^{1 2}, ZHU Ming-ming^{1 2}

(1. *Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai, Shandong 264003;*

2. *Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049*)

Abstract: The character and trends of vegetation cover change in China's eastern coastal areas during 1998 – 2008 has been studied based on the SPOT-VGT data and MVC method, Change Vector Analysis (CVA), linear regression, Hurst index and Spatial Analysis techniques. And the degradation map of vegetation cover has been mapped on the 1 km² spatial scale. It showed that: (1) The vegetation cover greatly increased between 1998 and 2008, and prominently, before and after 2003, there were two different temporal stages. (2) The CVA for the 10-year scale showed that areas with mid-high to high degree of vegetation type change amounted to 26.23% of the whole study area, and areas with high degree mainly included the joint part of Shandong Province and Hebei Province, the northwestern part of Jiangsu Province, the Shanghai metropolitan area, the eastern coastal zone of Taiwan island, the mid-part of Hainan island and some parts of Guangdong Province and Guangxi Province. The comparison of CVA for the two 5-year periods showed that the density and extent of vegetation cover change between 1999 and 2003 was much acute than that between 2004 and 2008. (3) Although the improved area of vegetation cover was widely spread, there were areas where vegetation cover had degenerated markedly between 1998 and 2008, such as the three metropolitan areas and the mountainous areas in Zhejiang Province and Fujian Province. (4) There was evident self-similarity and long-range dependence of vegetation cover change, and the Hurst index of the whole study area amounted to 0.8437, which indicated that the increase of the vegetation cover would show distinct sustainability in the future. The Hurst index matrix calculated on the 1 km² cell scale was high generally, and its spatial patterns were very complex. For example, the areas with low values of Hurst index include the northern part of Jiangsu Province, the mid-western part of Guangxi Province, the southern part of Hebei Province, the northeastern part of Liaoning Province and the southwestern part of Shandong Province, which indicated that the change directions of vegetation cover would show anti-sustainability. (5) The degradation map of vegetation cover showed that 10.58% of the whole study area would be the key areas that vegetation cover will go on degenerating in the future.

Key words: vegetation cover; SPOT-VGT; Change Vector Analysis; Hurst index; vegetation degradation map; China's eastern coastal areas