DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.01.009

基于遥感的郑州市黄河湿地植被覆盖度变化研究

赫晓慧，牛金星，郑东东，王 璐，郭恒亮
（郑州大学 水利与环境学院，河南 郑州 450001）

摘 要：城市滨河湿地的治理与保护对于城市生态环境具有重要意义，而监测植被覆盖度是研究湿地植被状况的重要方法。以郑州市黄河湿地为研究对象，采用等密度模型，基于 1999—2011 年的郑州市黄河湿地 TM 遥感影像，进行湿地植被覆盖度的反演，并结合降水数据和实际调研情况，分析了郑州市黄河湿地植被覆盖度的变化情况。结果表明，郑州市黄河湿地生态环境比较脆弱，研究期内平均植被盖度由 60%下降到 40%，典型黄河湿地植被遭到破坏。年降水的差异对植被覆盖度影响明显，同时越来越多的人类活动是导致植被持续减少的重要因子。该研究结果可为制定区域生态修复规划，提高黄河湿地的生态价值和经济价值服务提供参考。

关键词：黄河湿地；郑州市；遥感反演；植被覆盖度；等密度模型；人类活动
文献标识码：A **文章编号**：1000-288X(2014)01-0334-03 **中图分类号**：Q948.1，TV147

A Study of Vegetation Coverage Changes in Yellow River Wetland of Zhengzhou City Based on Remote Sensing

HE Xiao-hui, NIU Jin-xing, ZHENG Dong-dong, WANG Lu, GUO Heng-liang
(*College of Water Conservancy and Environmental Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan* 450001, *China*)

Abstract: The control and protection of urban riparian wetlands have great significance for urban ecological environment, and monitoring vegetation coverage is an important way to study wetland vegetation conditions. By taking the Yellow River wetlands in Zhengzhou City as the study area, the equal density model was used to inverse wetland vegetation coverage based on the TM remote sensing images of the Yellow River wetland between 1999 and 2011. Combined with precipitation data and field survey, vegetation coverage changes in the wetland were analyzed. The ecological environment in the wetland was fragile; the average vegetation coverage decreased from 60% to 40% during the study period; and typical vegetation of the Yellow River wetland has been destroyed. Differences in precipitation obviously impacted vegetation coverage, while more and more human activities were an important factor leading to continuous reduction of vegetation. Result from the study may serve for regional ecological restoration planning and enhance the ecological and economic values of the Yellow River wetland.

Keywords: **Yellow River wetland; Zhengzhou City; remote sensing inversion; vegetation coverage; equal density model; human activity**

植被覆盖度可定义为单位面积内植被的垂直投影面积[1]，它是衡量地表植被状况的一个最重要的指标，也是许多学科的重要参数[2]，在对生态环境进行评估的时候颇具重要性。植被覆盖度是生态学和水文学方面的重要指标，常见于多种气候、水文模型中。对于植被覆盖度的监测也被广泛应用于生态环境调查、水土保持研究等多领域当中[3]。随着遥感技术的不断发展，采用遥感技术监测不同时相的植被覆盖度也已成为可能。在各种监测方法中，应用最广的当属植被属性与简单光谱指数的相关分析法及其回归模型法[4]。在此，我们采用基于 NDVI 的等密度模型[5]进行植被覆盖度的反演，并结合郑州市气象局提供的降雨量数据、现场实地考察等与反演得到的植被覆盖度情况进行相关行分析，明确花园口段湿地的生态环

收稿日期：2013-03-19 修回日期：2013-04-11
资助项目：国家自然科学基金项目“水沙变化驱动下黄河下游河道横向演变对湿地自然植被的影响研究”(41101095)；河南省教育厅自然科学计划项目“黄河水沙变化对郑州湿地植被动态的驱动机制研究”(2010B170012)，“黄河下游水文与沿岸湿地生态演变互动机制与模型研究”(12B170008)
作者简介：赫晓慧(1978—)，女(汉族)，河南省商丘市人，副教授，博士，主要从事生态恢复与遥感及地理信息系统研究。E-mail：hexh@zzu.edu.cn。

境分布情况和变化趋势,为以后的湿地治理、保护、研究提供数据基础。

1　研究区概况

郑州市黄河湿地自然保护区位于郑州市北部,属黄河中下游地区,地理位置约为 113°23′—114°02′E,34°51′—35°01′N。保护区建立于 1999 年,是黄河河流湿地中建立较早的保护区,属暖温带大陆性季风气候。在季风影响下,春季干燥多风,夏季炎热多雨,秋季凉爽,冬季干寒,四季分明,光、热、水资源比较丰富,雨热同期,有利于多种植物生长。年平均气温 14.2 ℃,年平均日照为 2 366 h,年平均无霜期227 d,年平均降水天数 82.3 d,年平均自然降雨量656 mm。区内河道年径流量在 $3.0\times10^{10}\sim6.0\times10^{10}$ m^3。

保护区湿地类型主要有河流湿地和沼泽湿地两大类,其中河流湿地包括永久河流(河床、低河漫滩)、洪泛平原湿地(二滩);沼泽湿地包括草本沼泽和灌丛沼泽。由于河流反复沖淤和人类频繁活动,保护区天然森林早已荡然无存,绝大部分自然植被被农田、人工林及村落取代,保护区内大部分农田分布在老滩,二滩在非汛季也有较多分布。主要农作物有小麦、玉米、大豆、花生、高粱等。

2　数据处理

本文采用了郑州黄河湿地自然保护区 1999—2011 年的 Landsat TM(ETM$^+$)遥感数字图像 13 景,成像时间为每年的 9 月,2010 年 10 月的校正过的 SPOT 5 遥感数字图像 1 景。采用改进的 DOS 大气校正方法对 13 景 TM(ETM$^+$)影像进行大气校正,图像增强,并基于 SPOT 5 影像对 TM(ETM$^+$)影像进行几何精校正。处理后的 TM(ETM$^+$)影像质量明显提高。

3　研究方法

植被归一化指数(NDVI)能反映出植物冠层的背景影响,其大小取决于植被覆盖度 VFC(水平密度)和叶面积指数 LAI(垂直密度)等要素[6],我们可以用 NDVI 反推植被覆盖度 VFC 和叶面积指数 LAI[7]。

等密度模型的应用前提是假设影像上的像元是由裸土和植被两部分构成的,同时植被覆盖部分的垂直密度要足够的高(LAI→∞,$NDVI_{VFC}\rightarrow NDVI_\infty$)。得出植被指数与覆盖度的关系式:

$$NDVI=VFC\times NDVI_\infty+(1-VFC)\times NDVI_0 \quad (1)$$

$$VFC=(NDVI-NDVI_0)/(NDVI_\infty-NDVI_0) \quad (2)$$

式中:$NDVI_0$——裸土地或者无植被覆盖区域的 NDVI 值;$NDVI_\infty$——完全被植被所覆盖的像元的 NDVI 值,即高垂直密度的 NDVI 值。在进行运算时,其置信度取 5%,在置信区间(5%～95%)内将 NDVI 的最小值作为 $NDVI_0$,将 NDVI 的最大值作为 $NDVI_\infty$[7]。植被覆盖度反演技术路线见图 1。

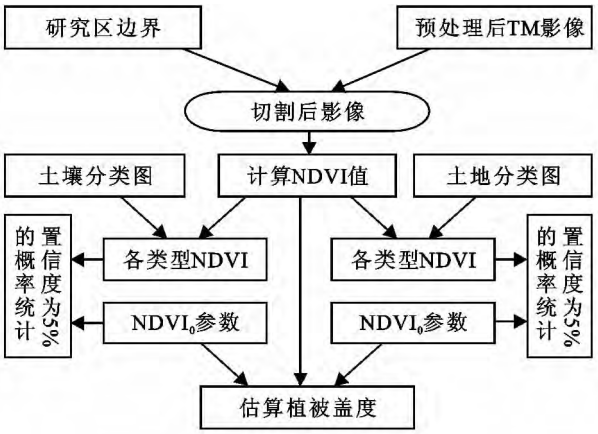


图 1　植被覆盖度反演技术路线

在 ENVI 4.7-band math 中输入式(2)进行植被覆盖度的反演,并将结果导入 ArcGIS,按照 0%～20%,20%～40%,40%～60%,60%～80%,80%～100%对植被覆盖度进行分级处理,得到不同年份不同植被覆盖度级别面积和分级图。

4　植被覆盖度变化情况分析

通过查阅资料发现,黄河小浪底水库调水调沙实验从 2002 年开始,截止到 2011 年,除了 2003 年调水调沙实验时间为 9 月中旬,其他年份调水调沙实验时间多是在 6 月份中下旬进行的。郑州市多年月降雨量的分布图见图 2。从图 2 中可以看出,研究区的各月降雨量的分配为典型的单峰型曲线,多集中于 5—9 月,汛期降雨量占全年降雨量的 60%以上。

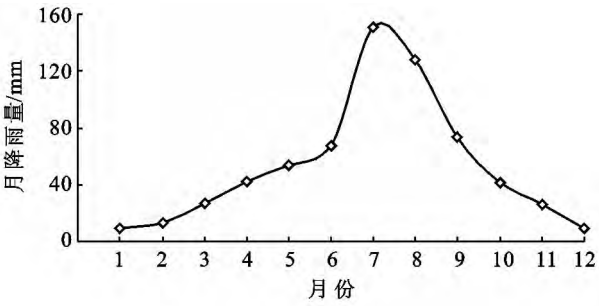


图 2　郑州站多年平均月降雨量

而我们选择的遥感影像时间为 9 月份,一方面可以减少上游径流量对本次研究的影响;另一方面,此

时保护区内部的农田作物正处于灌浆和成熟期，生长稳定。此时反演的植被覆盖度通过矩阵运算求得的年平均植被覆盖度具有很强的代表性。

郑州黄河湿地自然保护区 1999—2011 年植被覆盖度和降雨量的变化曲线见图 3。图 3 表明，2007 年之前郑州黄河湿地自然保护区植被覆盖度受到降雨量的明显影响：1999—2001 年保护区植被覆盖度随着降雨量的下降而下降；2001—2003 年，随着郑州市降雨量逐年增加，保护区植被覆盖度相应增加。这两个年份段的植被覆盖度变化情况说明保护区生态环境很脆弱，对水分的依存度较高，植被缺水会对区域生态环境产生严重影响。2003—2007 年保护区植被覆盖度随着降雨量的波动而相应波动。

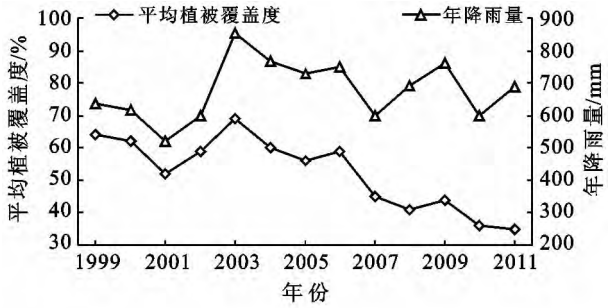


图 3 1999－2011 年郑州黄河湿地自然保护区植被覆盖度与降雨量变化

但是 2007—2011 年的保护区植被覆盖度并未随着降雨量的增减而相应增减，对此我们查阅了历年保护区实地植被情况，并在 2009—2011 年对保护区进行了实地调研。保护区位于传统农业区和人口密集区，距离巩义、荥阳、郑州、中牟等城市较近，巩温大桥、南水北调穿黄工程、黄河大桥、黄河二桥纵贯其间，四周为村落和农田所包围，受人为活动的影响较大。虽然经过多年的保护，保护区湿地植被遭破坏的情况减少；但由于近年土地资源紧缺，尤其是靠近城市郊区的黄河老滩开发形式多样，围垦淤塞、挖塘造田、开沟排灌、无计划用水引起黄河断流以及无计划地盲目开发等，保护区植被覆盖度明显衰退，植被覆盖度由 60％以上降到 40％以下的地区多在上述地点附近。

5 结 论

（1）1999—2011 年，郑州市湿地保护区内生态水平整体大幅下降，保护区内部平均植被覆盖度由 60％下降到 40％。从保障生态安全上讲，保护区处于河南省中部生态脆弱地区，如果保护区生态遭到破坏，会影响到全省的工农业生产和生活，从而威胁到郑州市乃至河南省的生态安全。

（2）保护区植被状况对降水的依赖显著，这可从 2007 年之前的二者曲线图明显地看出来；2007 年之后的趋势与人类活动有很大关系，说明人类活动对生态环境的影响很大。

（3）人类活动对植被破坏颇大。通过实地调查资料表明，人类活动使该区湿地遭受了很大程度的破坏，如不及时予以保护，则典型黄河湿地植被将遭到破坏，降低其应有的保护价值。同时，也会加重水土流失，减少水源涵养，威胁黄河中下游用水安全，对区域生态环境产生严重影响。

通过研究郑州湿地保护区植被覆盖度分布情况与演变规律，使我们能够了解该区域生态环境的现状和驱动因素，认识保护区建设的必要性和紧迫性，从而制定修复该区植被的规划以提高黄河湿地的生态价值和经济价值。

［参 考 文 献］

[1] 唐世浩，朱启疆，周宇宇，等. 一种简单的估算植被覆盖度和恢复北京信息的方法[J]. 中国图像图形学报，2003，8(11)：1304-1309.

[2] 李苗苗，吴炳方，颜长珍，等. 密云水库上游植被覆盖度的遥感估算[J]. 资源科学，2004，26(4)：153-159.

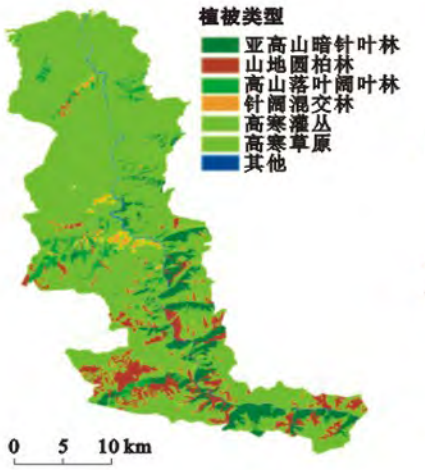
[3] 胡良军，邵明安. 论水土流失研究中的植被覆盖度量指标[J]. 西北林学院学报，2001，16(1)：40-43.

[4] Asrar G F, Myneni R B, Choudhury B J. Spatial heterogeneity in vegetation canopies and remote sensing of absorbed photo-synthetical active radiation: A modeling Study [J]. Remote Sensing of Environment, 1992, 41(2/3): 85-103.

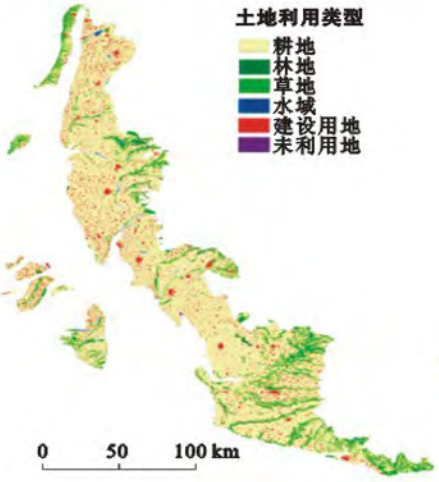
[5] Carlson T N, Ripley D A. On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index [J]. Remote Sensing of Environment, 1997, 62(3): 241-252.

[6] 陈晋，陈云浩，何春阳，等. 基于土地覆盖分类的植被覆盖率估算亚像元模型与应用[J]. 遥感学报，2001，5(6)：416-422.

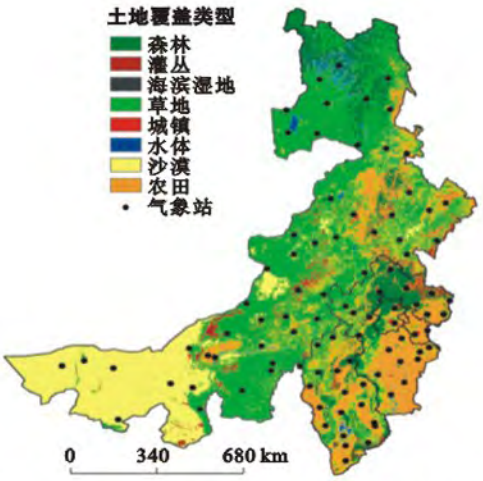
[7] Gutman G, Ignatov A. The derivation of the green vegetation fraction from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models [J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(8): 1533-1543.



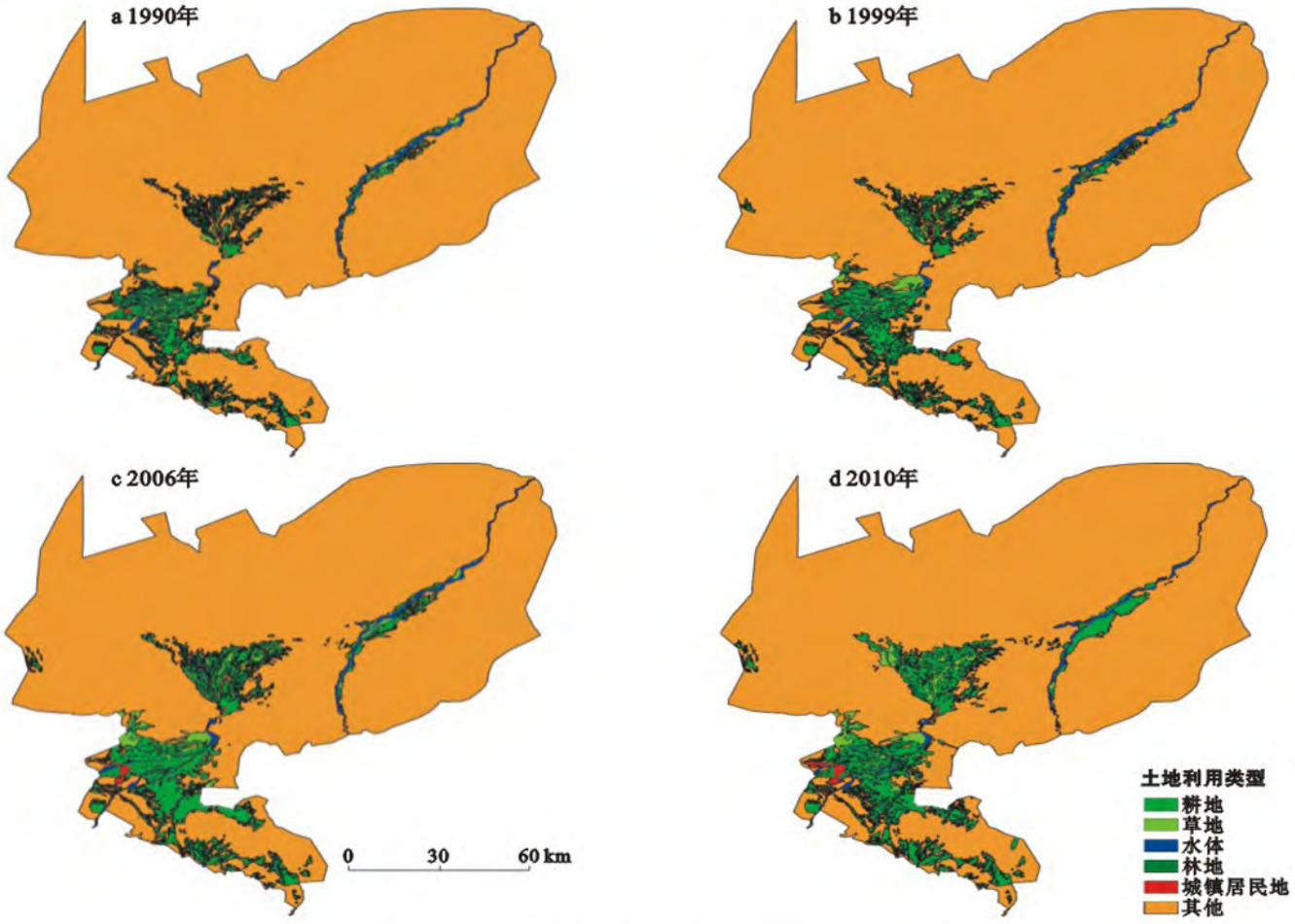
附图1 茨哈峡地区植被类型



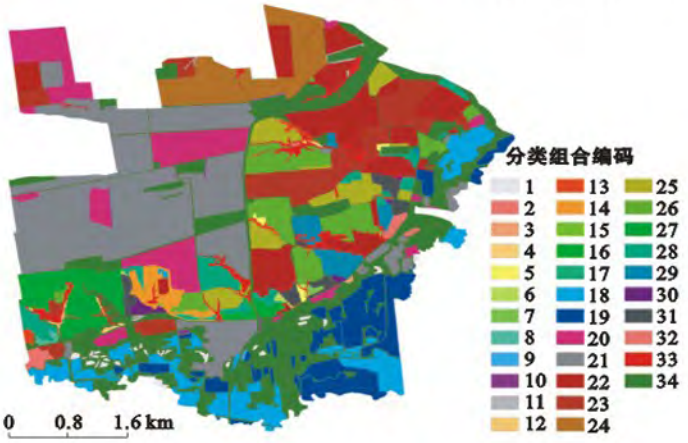
附图2 2010年陕西黄土高原台塬区土地利用分布



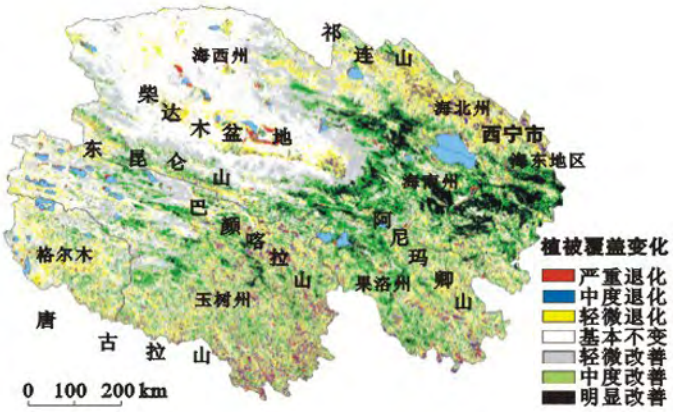
附图3 华北地区土地覆盖类型和气象站分布



附图4 1990—2010年酒泉—金塔盆地绿洲土地利用/覆被变化



附图5 黑龙江省海伦市光荣村侵蚀管理地块分类组合编码



附图6 青海省2000—2009年植被覆盖变化格局