

伊洛河流域植被覆盖空间分异研究

张喜旺¹, 刘剑锋², 张波¹

(1. 河南大学 环境与规划学院, 河南 开封 475004; 2. 黄河水利职业技术学院, 河南 开封 475001)

摘要: 植被覆盖信息对于流域资源与生态环境质量评价、综合治理与开发、可持续发展等具有重要意义。以伊洛河流域 2009 年的 TM 影像为数据源, 基于像元二分模型提取该流域的植被覆盖度, 并将植被覆盖度由低至高分为 5 类, 研究流域植被覆盖的空间分异状况。结果表明: 流域的植被覆盖整体较好, 平均值达到 60% 左右, 高值区域分布在栾川县、熊耳山附近、洛南县南部; 低值区域分布在嵩县和洛宁县以下河段, 覆盖度大于 80% 的区域大约占整个流域面积的 57%, 主要集中在陆浑水库至洛宁县一线上游的区域; 而覆盖度在 0~20% 的区域只占不到 5%, 主要是上河流沿线、洛南县中上部和洛阳市所在区域。研究结果将为该区域的资源环境保护和开发治理提供基础数据。

关键词: 像元二分模型; 植被覆盖度; 伊洛河; ERDAS; NDVI

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2010)10-0109-04

植被覆盖度是指植被在地面的垂直投影面积占区域总面积的百分比^[1], 它反映了植被在水平方向上的密度情况, 是刻画陆地表面植被数量的一个重要参数; 同时作为重要的生态气候、生态水文影响因子, 它也是指示生态系统变化的重要指标。研究植被覆盖度不仅可以明确当前生态环境分布和变化趋势, 而且可以为后续的治理、保护、研究提供数据基础^[2]。由于植被覆盖存在明显的时空差异, 传统地面样方方法既耗时耗力且容易产生较大误差, 不利于大范围、多时相植被信息的提取^[3]。遥感技术的发展为提取植被覆盖信息提供了一个新的发展方向, 特别是对于大范围的植被覆盖监测^[4]。

目前, 国内外在利用遥感对植被生长状况进行监测方面已有大量的成果。研究者常基于植被覆盖度和 NDVI 的关系建立模型, 即植被覆盖遥感监测经验模型法^[5-8]; 以及利用光谱混合分析技术确定像元内植被的丰度, 即将像元分解为各组合的组合, 构建混合像元模型。经验模型在局部区域具有较高的精度, 但不具有普遍意义; 而混合像元模型具有一定的物理基础, 且适合大区域运算, 因此应用广泛, 尤其是线性模型^[9-10]。该文以

伊洛河流域为例, 基于像元二分模型, 利用 Landsat TM 数据, 对伊洛河流域进行了植被覆盖度提取, 并对其空间分布进行分析。

1 研究区概况

伊洛河位于 E109°45'~113°06'、N33°33'~35°05', 发源于陕西省洛南县, 穿行在熊耳山的南北两麓, 自西南向东北方向汇入黄河, 是黄河中游小浪底水库以下最大的支流, 主要由洛河和伊河组成, 全长 446.9 km, 流域面积 (18 881 km², 是一个典型的双子河。整个流域主体在河南省境内, 涉及到陕西省的洛南县), 包括卢氏、栾川、洛宁、嵩县、宜阳、宜川、渑池、义马市、新安、孟津、洛阳市区 (含吉利区)、偃师市和巩义市^[11] (见图 1)。



图 1 伊洛河流域

伊洛河流域处于大陆性季风气候区, 多年平均降水量 660 mm, 其中汛期 6~9 月份降水量在 410 mm 左右, 约占年降水量的 60%。在区域分布上, 上游降水充沛, 下游降水相对较少^[12]。伊

收稿日期: 2010-06-10

基金项目: 河南省哲学社会科学规划资助项目 (2008 BFX002)

第一作者简介: 张喜旺 (1979-), 男, 河南省辉县市人, 博士, 副教授, 从事生态环境遥感、地理信息系统研究与应用。E-mail: zxiwang@163.com。

洛河流域地貌上以山地丘陵为主,地势整体上西南高、东北低,山地、丘陵和平原分别占流域面积的 50.7%、39.9% 和 9.4%。土壤以褐土、棕壤、黄垆土为主。自然植物群落以华北区系的壳斗科、桦木科、杨柳科、胡桃科、槭树科等科的一些树种组成的暖温带落叶阔叶林为主,亚热带区系的植物成分如黄连木、黄栌、山胡椒、牛鼻栓、美丽胡枝子等也有分布^[13]。伊洛河上游为土石山区,植被较好,下游地区为黄土覆盖,植被相对稀疏,水土流失较为严重^[12]。

2 研究方法

2.1 数据

采用四景生长季的 Landsat/TM 影像,覆盖整个伊洛河流域。研究所用数据从 USGS 获取,已做过几何校正和辐射校正,消除或改正了几何误差和辐射误差所引起的影像畸变。伊洛河流域边界范围矢量图用于确定流域边界,以进行统计分析。

Landsat 轨道为近极近环形太阳同步轨道,轨道高度 705 km,倾角 98.22°,运行周期 98.9 min,扫描带宽度 185 km,重复周期 16 d。

2.2 植被覆盖信息提取

2.2.1 像元二分模型原理 假设一个像元的信息可以分为土壤与植被两部分。通过遥感传感器所观测到的信息(S),就可以表达为由绿色植被成分所贡献的信息(S_v)与由土壤成分所贡献的信息(S_s)这两部分组成^[10,14]。将 S 线性分解为 S_s 与 S_v 两部分:

$$S = S_v + S_s \quad (1)$$

对于一个由土壤与植被两部分组成的混合像元,像元中有植被覆盖的面积比例即为该像元的植被覆盖度(f_c),而土壤覆盖的面积比例为 $1-f_c$ 。设全由植被所覆盖的纯像元,所得的遥感信息为 S_{veg} 。混合像元的植被成分所贡献的信息 S_v 可以表示为 S_{veg} 与 f_c 的乘积:

$$S_v = f_c \cdot S_{veg} \quad (2)$$

同理,设全由土壤所覆盖的纯像元,所得的遥感信息为 S_{soil} 。混合像元的土壤成分所贡献的信息 S_s 可以表示为 S_{soil} 与 $1-f_c$ 的乘积:

$$S_s = (1-f_c) \cdot S_{soil} \quad (3)$$

将公式(2)与(3)代入公式(1),可得:

$$S = f_c \cdot S_{veg} + (1-f_c) \cdot S_{soil} \quad (4)$$

公式(4)可以理解为将 S 的线性分解为 S_{veg} 与 S_{soil} 两部分,这两部分的权重分别为它们在像元中所占的面积比例,即 f_c 与 $1-f_c$ 。对公式(4)进行变换,可得计算植被覆盖度的公式:

$$f_c = (S - S_{soil}) / (S_{veg} - S_{soil}) \quad (5)$$

其中 S_{soil} 与 S_{veg} 都是参数,因而可以根据公式(5)来利用遥感信息估算植被覆盖度。

将归一化植被指数作为反映像元信息的指标^[15]带入公式(5)得:

$$NDVI = f_c \cdot NDVI_{veg} + (1-f_c) \cdot NDVI_{soil} \quad (6)$$

由此导出植被覆盖度的计算公式:

$$f_c = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil}) \quad (7)$$

其中, $NDVI_{soil}$ 为裸土或无植被覆盖区域的 $NDVI$ 值,而 $NDVI_{veg}$ 则代表完全被植被所覆盖的像元的 $NDVI$ 值。

2.2.2 空间分布分析 基于图像像元的属性值,将像元归并成有限几种类型或等级,可以更清楚地了解研究区的植被覆盖分布格局,因此将得到的植被覆盖图进行分类。以 0%~20%、20%~40%、40%~60%、60%~80%、80%~100% 的值域区间将植被覆盖度分为 5 类,从而对研究植被覆盖的空间分布进行分析。

3 研究结果

3.1 植被指数 NDVI 计算

利用四景遥感影像计算 $NDVI$,而后对其进行裁剪、拼接,得到四景影像拼接后的 $NDVI$ 图,再对拼接图像进行掩膜运算,最终得到伊洛河流域范围内的 $NDVI$ 分布图(见图 2)。

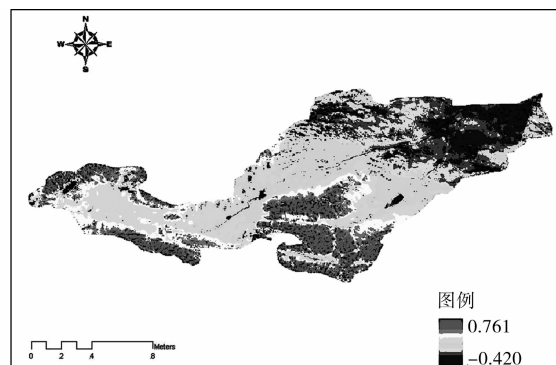


图 2 2009 年伊洛河流域 $NDVI$ 分布

由图 2 可知,区域内 $NDVI$ 分布很不平衡,呈现出明显的区域性。变化范围在 $-0.42 \sim 0.76$,均值

0.17,标准差 0.34,流域整体的 NDVI 基本上为正值,有植被覆盖区相对较多。伊河和洛河中上游河段河流沿岸 NDVI 居中;上游流域边界(洛南县西北部和南部)、伊河与洛河之间(熊耳山与栾川县)区域呈现高值;下游直至与黄河交汇处,伊川、渑池和偃师围成三角形区域内呈现出低值。

3.2 植被覆盖度信息提取

按照前述像元二分模型,按照公式(7)计算得到流域的植被覆盖度空间分布(见图 3)。

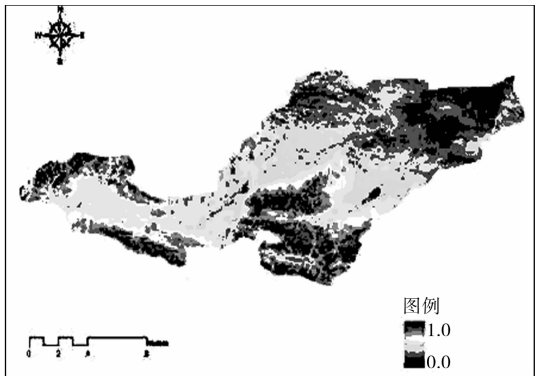


图3 2009年伊洛河流域植被覆盖度分布

植被覆盖最小值出现洛南县北部和洛阳市附近;最大值在栾川县与熊耳山之间;均值 0.63,表明整个流域的植被覆盖度较高。栾川县、熊耳山附近、洛南县南部区域植被覆盖度高;嵩县和洛宁县以下河段覆盖度低。

3.3 植被覆盖度空间分布

流域植被覆盖度的 5 级分类图见图 4。

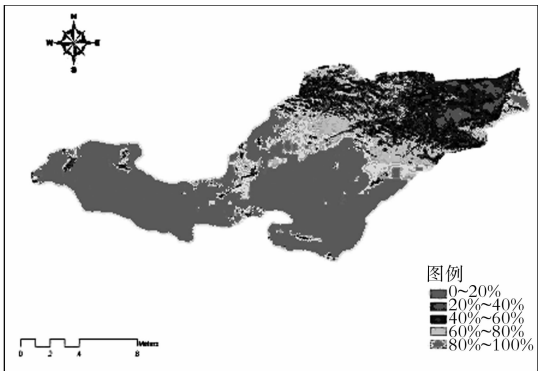


图4 2009年伊洛河流域植被覆盖度分级(5级)

从植被覆盖度 5 级分类图可以得到一些统计特征值(见表 1)。

表 1 植被覆盖图类别统计

类别	1	2	3	4	5
覆盖度范围/%	0~20	20~40	40~60	60~80	80~100
面积/hm ²	42906	124247	220392	413161	1074150
占流域面积比例/%	2.29	6.63	11.76	22.03	57.29

由表 1 可知,随着植被覆盖度的提高,每一类别的面积是逐渐增加的,说明伊洛河流域大部分地区的植被生长状况还是很好的。覆盖度大于 80%的区域大约占整个流域面积的将近 60%,主要集中在陆浑水库至洛宁县一线上游的区域;而覆盖度在 0~20%的区域只占不到 5%,主要是上河流沿线、洛南县中上部和洛阳市所在区域;其它地区的覆盖度在 20%~80%。

结合流域植被覆盖度分布图可以看出,植被覆盖度高值区域出现在在洛南县北部(华山南侧)和南部(秦岭北侧)、栾川县外围(伏牛山区)以及熊耳山附近。山区植被覆盖度较高,主要原因是山区受到人类干扰较小,大部分地区有植被覆盖且植被生长旺盛。植被覆盖度低值区域出现陆浑水库至洛宁县一线以东,这一地区城乡分布密集,人类活动频繁,居民区的大量分布自然会造成植被覆盖度偏低。再者植被覆盖度的最低值大致在

洛阳市附近,也体现了人类活动对植被生长状况的影响。

4 结论

该研究利用像元二分模型提取了伊洛河流域的植被覆盖度。仅从四景遥感影像入手,借助 ERDAS 的图像处理功能便提取了整个流域的植被覆盖信息,取得了较好的结果。方法简单易行、可操作性强,能够方便快捷地获得研究结果。

该文获取了伊洛河流域各个地区的植被覆盖度并得到植被覆盖度的 5 级分类图,明确了流域植被覆盖状况及其分布格局,为流域生态环境质量评价、生态环境的开发与保护等后续研究奠定了基础。同时,如果对植被某一生长期的数据进行研究,可以实现植被长势的实时监测。再者,对流域多年的遥感影像进行分析研究提取植被覆盖度,利用趋势面分析等方法可以判断流域植被覆盖情况的发展趋势,指导人类采取正确的手段

进行干预。

针对 NDVI 对高植被区低灵敏度的特点,可以通过大量的地面实测资料获得一些经验参数对植被覆盖度进行修正,也可以在植被覆盖度超过一定阈值时换用其它对高植被区敏感的植被指数,采用两种甚至多种植被指数来提取植被覆盖度;针对土地覆盖类型不同造成的研究结果偏差,在研究植被覆盖信息时,首先应该收集大量的先验材料,可以将研究区的土地覆盖类型分为某几种,分别选择训练样本建立各种土地覆盖类型下的 NDVIveg 和 NDVIsoil,然后运用像元二分模型提取植被覆盖度。

参考文献:

- [1] 章文波,符素华,刘宝元. 目估法测量植被覆盖度的精度分析[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),2001,37(3):402-408.
- [2] 刘森,秦大庸,刘家宏,等. 基于 NDVI 的山西省植被覆盖度变化研究[J]. 人民黄河,2009,31(5):17-18.
- [3] 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.
- [4] 范文义,徐程扬,叶荣华,等. 高光谱遥感在荒漠化监测中的应用[J]. 东北林业大学学报,2000,28(5):139-141.
- [5] 胡振琪,陈涛. 基于 ERDAS 的矿区植被覆盖度遥感信息提取研究—以陕西省榆林市神府煤矿区为例[J]. 西北林学院学报,2008,23(2):164-167.
- [6] 王晓慧,李增元,高志海,等. 沙化土地信息提取研究[J]. 林业科学,2005,41(3):82-87.
- [7] Toby N. On the Relation between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index[J]. Remote Sensing of Environment,1997,62:241-252.
- [8] Charlesi, Arvon I. A Review of Mixture Modeling Techniques for Subpixel Land Cover Estimation [J]. Remote Sensing Reviews,1995,13:161-186.
- [9] 李晓松,吴波,范文义,等. 基于光谱混合分析的荒漠化信息提取—以毛乌素沙地为例[J]. 林业科学研究,2006,19(2):192-198.
- [10] 刘广峰,吴波,范文义,等. 基于像元二分模型的沙漠化地区植被覆盖度提取—以毛乌素沙地为例[J]. 水土保持研究,2007,14(2):268-271.
- [11] 王炳,臧玲. 伊洛河流域开发战略研究[J]. 地域研究与开发,2007,26(6):53-56.
- [12] 贺瑞敏,王国庆,张建云. 环境变化对黄河中游伊洛河流域径流量的影响[J]. 水土保持研究,2007,14(2):297-301.
- [13] 丁圣彦,梁国付. 地理环境因素对伊洛河流域森林景观的影响[J]. 地理研究,2007,26(5):906-914.
- [14] 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(4):153-159.
- [15] 马俊海,刘丹丹. 像元二分模型在土地利用现状更新调查中反演植被覆盖度的研究[J]. 测绘通报,2006(4):13-16.

Spatial Distribution Analysis of Vegetation Fraction in Yiluo River Basin

ZHANG Xi-wang¹, LIU Jian-feng², ZHANG Bo¹

(1. Environment and Planning College of Henan University, Kaifeng, Henan 475004; 2. Yellow River Conservancy Technical Institute, Kaifeng, Henan 475001)

Abstract: Extraction of vegetation cover information has significance for watershed resource and environmental quality assessment, management and development and sustainable development. This paper extracted the vegetation fraction using the 2009 TM image data of Yiluo River Basin, based on dimidiated pixel model. And vegetation fraction was divided into five categories from low to high, in order to study the spatial variation of vegetation cover situation. The results showed that the basin's vegetation cover was good overall, with an average 60%. High value region of vegetation cover was located in Luanchuan, near Bear Ear Mountain, and the southern of Luonan County; low value region was located in Song County and the River part of Luoning County. The area of vegetation fraction more than 80% accounted for 57% of the entire study area, mainly concentrated in the Luhun reservoir to Luoning County; and lower than 20% only accounted for less than 5%, and mainly along both sides of the rivers, Luonan County, Luoyang City. The results would provide the basis for regional development and controlling.

Key words: The Dimidiated Pixel Model; vegetation fraction; Yiluo river; ERDAS; NDVI