

·技术方法·

遥感信息参与的土地资源空间分布的研究*

沙晋明^{1,2}, 李小梅³

(1. 成都理工大学遥感所, 成都 610059; 2. 福建师范大学地理所, 福州 350001; 3. 福建师范大学环科所, 福州 350001)

摘要 文章利用遥感数据直接参与土地资源开发类型空间分布的评价, 以区域遥感数据代替某些地面属性, 来了解和研究土地资源的空间分布特点, 研究中采用缨帽变化中的亮度和湿度、热辐射波段、比值植被指数等内容作为自然条件的评价指标参与整个土地资源开发类型的空间分析。基于递阶结构模型, 从土地资源的系统结构出发, 针对不同的分类目标, 研究内部各个单元间的相互关系, 得到土地单元在不同目标层次上的空间分布状况。最后, 通过综合分析, 得出一个对土地资源开发类型的全面认识。

关键词 遥感 递阶结构模型 土地资源开发 空间分布

遥感数据直接参加土地资源开发类型空间分布评价主要用于满足区域土地评价、土地开发等方面的要求, 为了便于行政管理, 一般应以行政单位为评价单元。决定一个县的土地资源开发以及农业土地资源开发的因素是众多的, 但是, 在实际工作中, 这些指标并不是可以全部采集到的, 对于这种情况现在更多的是通过少数一些测点的数据进行插值来解决数据不足的问题。而插值所获得的指标往往基于某种模型或算法, 与实际值有一定距离^[1]。TM数据是以30×30为单位对地面状况的实时记录, 其对地面状况的表达具有相当的准确性, 所以用区域遥感数据代替某些地面属性, 来了解和研究土地资源的空间分布特点, 不失为一条好的研究策略。再结合图像处理和相关性分析结果, 在土地资源开发类型空间分布的研究中采用缨帽变化中的亮度和湿度、热辐射波段、比值植被指数等内容, 作为自然条件的评价指标参与整个土地资源开发类型的空间分析^[2]。其中缨帽变化中的第一成分亮度反映地物总体的反射情况, 可以指示太阳辐射强度; 缨帽变化中第三成分湿度对土壤湿度和植被湿度最为敏感, 易反映出湿度特征; 热辐射为TM6波段可以较好地反映地物的自身热辐射特性, 间接指示地温状况; 比值植被指数消除了地面影响, 在本地区较好地反映了植被生物量和绿色覆盖程度。

一、基于递阶结构模型上的龙游土地资源开发类型的空间分布分析

笔者以浙江省衢州市龙游县为例, 以遥感数据和地面监测统计数据为材料, 从系统论的观点出发, 研究土地资源开发的空间布局。所采用的研究模型为系统递阶结构模型, 这种模型描述的是系统的结构性态, 反映系统内各个组成部分在不同描述空间中的相互关系和存在形态的差异^[3]。

土地资源开发类型因子体系的确定, 是划分不同土地资源利用开发类型和土地规划的关键一步^[4]。因而需要对尽可能多的分类因子进行分析, 得到能反映土地利用单元间真实特征的因子组合。利用土壤调查统计资料和遥感监测数据得到龙游县32个村镇的15项指标。

根据数据指标所代表的实际意义和因子间的相互关系, 可以运用系统论中目标树的概念, 从3个方面来描述和划分土地资源开发类型空间分布的特性, 即土地单元的经济状况、土壤肥力状况和土地单元的自然条件(见图1)。

二、龙游土地资源开发类型的空间分布特征

(一) 模糊子集的获取

选取一级分类层中土地经济状况的4个指标形成论域U1, 即 $U1 = \{ \text{人均收入、种植业产值/农业总产值、距城距离和灌溉面积/耕地面积} \}$, 得到土地单元相对于U1的模糊子集。模糊子集的获取方法如下。

1. 数据标准化。对于论域U1, 将32个土地单元的4个指标数值进行标准化处理, 以消除量纲的影

收稿日期: 2002-03-01 修改稿收稿日期: 2003-01-13 沙晋明为副教授 李小梅为讲师

* 该文得到福建省人才基金——“生态环境征兆图谱表示的研究”和成都理工大学信息工程学院资助。

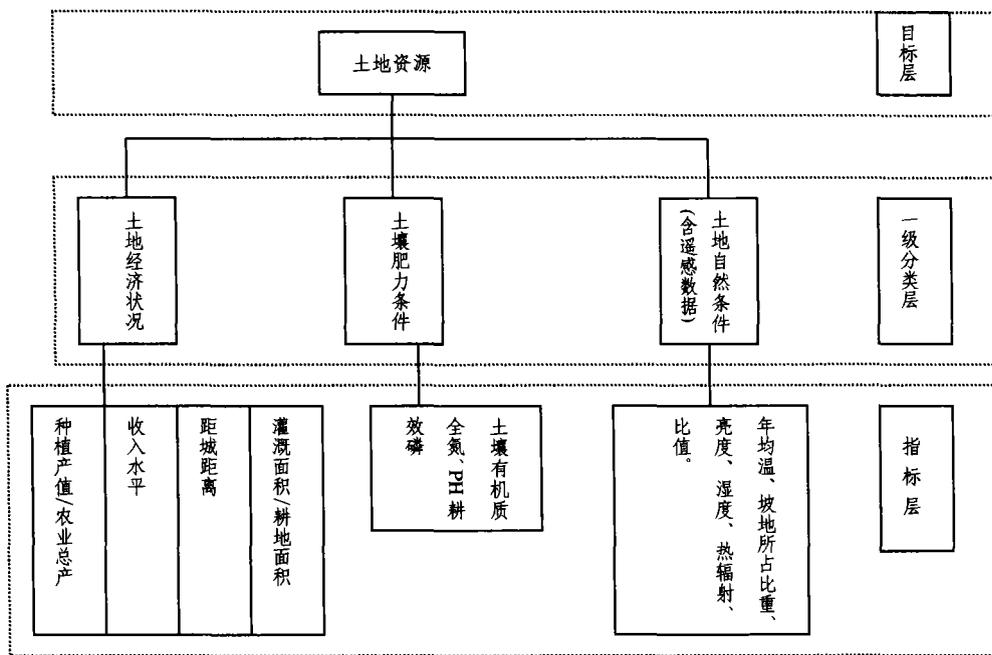


图 1 土地资源开发类型分类目标树

响, 并得到相对于 U_1 的初步模糊子集。对原始数据进行标准化处理。

2. 有效指标的提取。由于各个分类指标间或多或少都存在着一定的相关性, 而且它们内在的实际意义上有一定的重叠, 如人均收入和种植业占农业总产值数值呈负相关关系^[5]。为了消除这种影响, 应用适当的方法加以矫正。笔者选用主成分分析方法来消除指标间的信息重叠, 使结果更具有实际意义。

主成分分析是把多个指标化为少数几个综合指标的统计方法。它一般采用降维的方法, 找出几个综合因子尽可能地反映原来变量的信息量, 同时各个主成分因子间彼此互不相关, 使反映事物属性的指标达到真正的互相独立^[6]。对反映经济状况的 4 个指标进行主成分分析, 以主成分的方差累计贡献率大于 85% 为标准, 取第一、二个主成分 (方差累积贡献率达到 90.6%), 得到主成分与原始变量间的线性关系为:

$$y_1 = 0.501x_1 - 0.501x_2 - 0.489x_3 + 0.515x_4$$

$$y_2 = 0.54x_1 + 0.279x_2 + 0.688x_3 + 0.398x_4$$

y_1 、 y_2 分别为主因子 1、2。

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 分别代表人均收入水平、种植业产值/农业总产值、距城距离和灌溉面积/耕地面积。

以主因子变换方程为基准, 重新计算各个土地单元的经济状况主因子值。此时得到真正意义上的模糊子集, 然后根据主因子值计算以下的模糊相似系数矩阵和可达矩阵。

(二) 模糊相似系数矩阵和可达矩阵的计算

首先计算模糊相似矩阵和模糊等价矩阵。选取 $\lambda = 0.99$ 值, 得到一级目标层上土地资源的经济状况可达矩阵 M_1 。分析土地单元的可达矩阵, 可以得到龙游 32 个村镇的分类情况。

由计算结果可以明显地看到龙游经济状况的“距离递减”规律, 即以龙游镇为中心, 形成 3 个农业经济“发展圈层”: 首先是围绕龙游的龙中丘陵平原区和部分龙北丘陵区, 包括横山、虎头山等共 17 个村镇, 这个圈层的村镇分布密度大, 距城很近, 而且农业生产条件较好, 有效灌溉面积占耕地的百分比较高, 因而它的经济发展状况仅次于龙游镇; 由此圈层向外, 是龙南的部分山地区和部分龙北地区, 包括官潭、灵山志棠等 7 个村镇, 这个圈层的主要特点是距城距离稍远, 受到中心城镇的经济辐射作用减小, 农业生产条件较好, 人均收入仅次于龙游周围地区; 再往外扩展是龙南的主要山区, 包括大街、坑头、梧村等 5 个村镇, 再加上罗家等共 7 个村镇, 由于所处地形为山地地形, 海拔较高, 相对高差大, 有效灌溉面积占耕地总面积的比仅为 44% 左右, 而且距城最远, 因而这个地区的经济发展状况最差, 农业产值主要依赖于种植业。

三、龙游土地资源开发类型的土壤肥力空间分布分析

选取一级分类层中土壤肥力的 4 个指标形成论域 U_2 , $U_2 = \{\text{土壤有机质、全氮、速效磷、速效钾}\}$, 得到土地单元相对于 U_2 的初步模糊子集^[2]。对指标进行标准化处理后, 进行主成分分析, 以主成分的方差累计贡献率大于 85% 为标准, 取前 3 个主成分 (方差累积贡献达到 98%), 得到因子变换方程为:

$$y_1 = 0.655x_1 + 0.634x_2 + 0.0174x_3 + 0.417x_4$$

$$y_2 = -0.110x_1 - 0.0424x_2 + 0.974x_3 + 0.198x_4$$

$$y_3 = -0.188x_1 - 0.381x_2 - 0.217x_3 + 0.879x_4$$

式中 y_1 、 y_2 、 y_3 分别为反映土壤肥力的第一、二、三主成分。

x_1 代表土壤有机质; x_2 代表土壤全氮; x_3 代表土壤速效磷; x_4 代表土壤速效钾;

根据以上因子变换方程, 重新建立土地单元相对于土壤肥力的真正意义上的模糊子集。以此为基础, 计算土地单元的土壤肥力模糊相似矩阵和可达矩阵 M_2 。分析可达矩阵 M_2 , 取 $\lambda = 0.96$, 得到土地单元的土壤肥力空间分布类型。

分析结果可以知道, 龙南地区和龙游最北部地区土壤有机质含量较高, 而龙中和偏北地区的土壤有机质含量稍差一些但速效磷含量大, 可以满足大宗作物的生产, 而龙南地区发展林特产的基础是比较好的, 宜在现有的基础上发展以竹产品为主的多种林特产品, 合理利用南部优越的土壤资源。

四、龙游土地资源开发类型的自然条件空间差异分析

同上选取图 1 一级分类层中的自然条件的 6 项指标形成论域 U_3 , 即 $U_3 = \{\text{年均温、坡地所占比重、亮度、湿度、热辐射、比值植被指数}\}$, 得到土地单元相对于 U_3 的初步模糊子集。对指标进行标准化处理后, 进行主成分分析, 以主成分的方差累计贡献率大于 85% 为标准, 取前 3 个主成分 (方差累积贡献达到 85.6%), 得到因子变换方程为:

$$y_1 = -0.247x_1 - 0.215x_2 + 0.289x_3 - 0.136x_4 - 0.088x_5 + 0.292x_6$$

$$y_2 = -0.117x_1 - 0.07x_2 + 0.009x_3 - 0.56x_4 + 0.81x_5 + 0.024x_6$$

$$y_3 = 0.179x_1 - 0.475x_2 + 0.145x_3 + 0.755x_4 + 0.509x_5 - 0.143x_6$$

式中 y_1 、 y_2 、 y_3 分别为反映土地资源自然条件的第一、二、三主成分。

x_1 代表年均气温; x_2 代表坡地; x_3 代表亮度; x_4 代表湿度; x_5 代表热辐射; x_6 代表热比值植被指数;

以上述方程为基础, 重新计算 32 个土地单元的自然条件主因子值, 根据反映土地资源自然条件的主因子值, 按模糊递阶矩阵构造土地单元间的模糊相似矩阵和可达矩阵 M_3 , 取 $\lambda = 0.96$, 得到龙游土地资源的自然条件空间分布格局。

不难看出, 龙游的年均气温随海拔变化明显。在坡地平均占到 98% 的龙南地区, 年均气温最低, 植被覆盖率较高, 这几年生态环境一直向良性方向发展。在龙中平原地区, 年均气温最高, 具有较高的热辐射, 土壤水分偏少, 植被覆盖差, 是需要着力改善生态环境的地区。

五、龙游土地资源的空间分布综合分析

以上分别从经济状况、土壤肥力状况和自然条件 3 个方面分析了龙游土地资源开发类型的空间分布特点。对土地单元的功能特征和整个龙游土地资源系统, 分别在一级分类层上的三个侧面对系统结构有一个较为整体的认识。但小的子系统的简单组合并不能完全反映整个系统的特征和功能^[7]。所以有必要从龙游 32 个土地单元的所有属性特征出发, 研究土地资源开发系统的结构和性能。

以龙游 32 个土地单元的遥感数据和地面实测、统计数据为基础, 构成反映土地单元综合特征的数据集。以 15 项指标构造论域 U_4 , 即 $U_4 = \{\text{人均收入、种植业产值/农业总产值}\dots\}$, 得到 32 个土地单元相对于 U_4 的初步模糊子集。对指标同样进行标准化处理后, 进行主成分分析, 以主成分的方差累计贡献率大于 85% 为标准, 取前 5 个主成分 (方差累积贡献达到 87.8%), 得到主成分与原始变量间的转换关系。

根据反映土地资源自然条件的主因子值, 构造土地单元间的模糊相似矩阵和可达矩阵 M_4 , 取 $\lambda = 0.95$, 得到龙游土地资源的空间分布综合分析结果。

综合各地区的情况分析得出, 龙游县土地资源开发类型的空间分布大致分为三大片:

龙南山区 10 个乡镇(大街、官潭、坑头、沐尘、灵山、罗家、庙下、社阳、梧村、溪口),是以毛竹为主的林农结合区,其经济实力在全县处于中等水平,应巩固和扩大竹林面积,拓展茶园、果园面积,保护好现有基本农田,走以林特产为主的特色经济之路。

龙北低山丘陵 5 个乡镇(塔石、横山、下宅、志棠、横环),这个地区在全县经济条件差,应根据当地自然条件巩固现有的粮、油生产,发展一些粮油基地,有计划地调整作物结构和布局,走多种经营之路。

龙中平原盆地 17 个乡镇(虎头山、湖镇、兰塘、龙游、马叶、七都、箬塘、上圩头、石佛、士元、寺后、团石、夏金、下库、雅村、泽随、占家)不仅分布集中,村镇密度很大,而且是全县的经济发展中心,人均收入平均达到 1 748 元,而且灌溉面积达 86.57%,水利条件最好。土地资源的开发要结合其自然条件优越,土壤资源丰富,土层深厚、宜种性广的特点全面发展桑、茶、果、农等生产,实现农、工、商综合协调发展,带动全县经济的腾飞。

六、基于遥感信息的土地资源开发类型空间分布的研究特点

传统的土地资源分类的信息指标来源于实测数据和统计资料,数据只能代表某一个时间段内的区域信息。而遥感数据可以反映当前最新的土地资源状态,为土地规划布局的调整提供有意义的即时信息。基于递阶结构模型上的土地资源开发空间分类方法,从土地资源的系统结构出发,可以针对不同的分类目标,研究内部各个单元间的相互关系,最后得到土地单元在不同目标层次上的空间分布状况。这样就可以详细了解土地资源的内部结构和功能,并对其空间分布状况有一个清晰的轮廓和概念。最后,通过综合分析,可以得到一个对土地资源开发类型的全面认识。从而可以就土地单元进行功能性划分,在整个系统结构上实现有机地的结合和统一。

参考文献

- 1 Alicia Palacios - Orueta and Susan L. Ustin. Remote Sensing of Soil properties in the Santa Monica Mountains spectral Analysis. Remote Sensing of Environment, 1998, 65(2)
- 2 黄绚,赵世学,何建邦.区域土地覆盖和土地利用航空遥感分析与制图.农业地图编制文集, 1991,(4)
- 3 张光宇等.基于模糊相似关系的土地资源空间分布系统递阶结构模型.自然资源学报, 1998, 13(4)
- 4 苏壁耀.土地资源学.南京:江苏教育出版社, 1994
- 5 中国 1:100 万土地类型图编辑委员会.中国土地类型研究.北京:科学出版社, 1986
- 6 孙家柄,舒宁.遥感原理、方法和应用.北京:测绘出版社, 1997
- 7 Williams THL. Implementing of land evaluation and site assessment on a GIS. Remote sensing of Environment, 1985, 51(12)

RESEARCH ON SPATIAL DISTRIBUTION OF LAND RESOURCES BASED ON REMOTE SENSING INFORMATION

Sha Jinming^{1,2}, Li Xiaomei³

(1. Institute of Remote Sensing, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059; 2. Institute of Geography, Fujian Normal University, Fuzhou 350007; 3. Institute of Environmental Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007)

Abstract This paper directly takes part in the evaluation on spatial distribution of development types for land resources by using remote sensing data and replacing certain land properties by regional remote sensing data, so as to understand and study on the characteristics of spatial distribution of land resources. In the analysis, the first and green part of tasseled cap transformation, bands of thermal radiance, different valued environment vegetation index were used as evaluating targets. Studies were conducted on the internal relations between various units; on the basis of hierarchical structure model, starting from system structure and targeting at different classified targets. By this way, the internal structure and function of land resources and their spatial distributions are clearly understood. Finally, a complete understanding of development types of land resources is gained. Therefore, a functional division on land units is carried out, thus the combination and unity of entire system structure is realized.

Keywords remote sensing; hierarchical structure model; development of land resources; spatial distribution