

基于 ESDA 的费县土地利用时空演变研究

崔敬涛¹, 吴国平¹, 范庆亚¹, 汪佳莉¹, 王 硕², 邢兆波², 赵 磊², 李 岩²

(1. 南京大学 地理与海洋科学学院地理信息科学系

地理信息系统与遥感研究所, 南京 210093; 2. 山东省费县国土资源局, 山东 费县 243400)

摘 要:以费县土地利用规划修编过程中的现状数据(2005 年、2009 年)和规划数据(2020 年)为数据源,根据土地利用总体规划规范标准和土地利用程度分级指数,利用 ArcGIS、GeoDa 空间统计分析软件,分别计算了费县乡级和村级两种尺度下的土地利用程度 Moran's I 指数。结果表明,土地利用变化呈现出明显的集聚分布特征,空间自相关指数会随着研究区域尺度的变大而变小,同时也揭示了费县各地区土地利用程度分布不均,未来费县土地开发利用将主要围绕费城街道和探沂镇两个中心,由点及面地呈现出双中心发展的格局,本研究对于调整优化土地利用结构和布局具有重要参考意义。

关键词:土地利用; ESDA; 土地利用程度; 费县

中图分类号:F301.23

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)01-0240-06

Spatial and Temporal Evolution of Land Use in Fei County Based on ESDA

CUI Jing-tao¹, WU Guo-ping¹, FAN Qing-ya¹,

WANG Jia-li¹, WANG Shuo², XING Zhao-bo², ZHAO Lei², LI Yan²

(1. Department of Geographic Information Science, School of Geography and

Oceanography and Institute of GIS & RS, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Feixian Land and Resources Bureau of Shandong Province, Feixian, Shandong 243400, China)

Abstract: The Moran's I of township scale and village scale was calculated by using the source data of current land-use data(2005 and 2009) and land use planning data (2020) of Fei county on platform of ArcGIS and GeoDa based on land use planning normative standards and land-use degree classification index. The results showed that land-use change got a significant agglomeration characteristics and distribution characteristics. The value of Moran's I became smaller with the scale of research region getting bigger. Meanwhile, it revealed the extent of the uneven distribution of land use, and the land development and utilization of future Fei county would mainly focus on two towns of Feicheng and Tanyi presenting a double center development pattern. All in all, the research has important reference value for the adjustment and optimization of land use structure and layout.

Key words: land use; ESDA; land use degree; Fei County

山东省费县地处沂蒙山区,辖区内多山地和丘陵,耕地质量等级低,其他土地数量多,开发难度大,后备土地资源不足,同时要兼顾经济发展,人地矛盾尤为突出。土地作为一种资源,人们不仅关注其面积变化,还会关注其利用程度及变化。土地利用程度能够反映区域土地利用的集约程度^[1]。如何优化土地利用结构,提高土地利用程度是地理学研究的热点问题,也是国土部门亟待解决的问题。

探索性空间数据分析(Exploratory Spatial Data Analysis, ESDA)是以空间关联为核心的一系列技术方法的集合,通过对事物或现象空间分布格局的描述与可视化,可以发现空间集聚和空间异常,解释研究对象之间的空间相互作用机制^[2]。地理位置相关的数据间具有相应的空间依赖、空间关联或空间自相关等空间特征^[3],因此对土地利用程度进行 ESDA 分析,能够适宜地解读土地利用结构差异。ESDA 中

收稿日期:2013-06-14

修回日期:2013-07-24

作者简介:崔敬涛(1988—),男,河南清丰人,硕士研究生,主要研究 GIS 及其应用等。E-mail:cui2007@126.com

通信作者:吴国平(1964—),男,江苏宜兴人,博士,副教授,主要研究 GIS 与遥感、国土资源学、自然地理学、数字地球和地理建模等。E-mail:wood2258@qq.com

的空间自相关方法是分析土地利用关联的常用方法,也是探测不同尺度下要素空间分布格局、空间依赖程度的常用技术^[4]。通过对土地利用程度进行空间自相关分析,能够发现土地利用程度的空间分布特征,进而得出区域内土地利用的不合理之处,为以后提高土地利用的广度和深度^[5]提供方向。计算空间自相关的方法有很多,主要有 Moran's I 和 Geary's C,其中最常用的是 Moran's I 统计量。

空间自相关研究方法与 GIS 系统相结合,可以有效地展现出空间单元的位置及与其他空间单元之间的相互关系^[3]。现有的研究成果不仅从多尺度上进行分析^[6-11],比如省域,市域,镇等,而且研究向着定量化和模型化的趋势发展^[12-14],但是对于村村之间这种更小行政单元的研究比较少。本文以费县 3 个时期的土地利用数据为源数据,借助空间统计分析软件来实现乡级和村级两种尺度下空间自相关指数的对比分析,以期为地区发展经济,用地布局统筹提供参考,从而实现土地利用均衡协调的发展局面。

1 研究区概况

费县位于山东省东南部,地理坐标为东经 117°36′—118°19′,北纬 35°01′—35°33′。北依蒙山,与蒙阴县、沂南县相连,南靠抱犊崮,和枣庄市山亭区、苍山县毗

邻;东与临沂市兰山区接壤,距临沂市 41.5 km;西和平邑县搭界,辖区范围内有 12 个乡镇,487 个村,行政区总面积为 1 660 km²。

费县属低山丘陵区,地形地貌复杂^[15],北面山峰重叠,西面与南面为山岭地环绕,东面为较开阔的平原,以 2009 年为例,土地利用类型以农用地为主,其中耕地和林地面积较大,分别占总面积的 51.33%和 17.61%;其次是建设用地,占总面积的 12.86%;而以水域和自然保留地为主的其他土地占总面积的份额最小,只有 6.55%。

2 数据来源

本文采用费县土地利用规划修编过程中的 1:5 万土地利用现状数据(2005 年、2009 年)和土地利用规划数据(2020 年)为数据源,按照土地利用总体规划中土地规划用途分类^[16]的二级类标准重新划分地类,并配以乡级和村级两种行政区矢量图,以上数据均由费县国土局提供。由于 5 a 间不断有行政区调整,本文按照最新的行政区进行统计计算,即利用 ArcGIS 9.3 的 clip 工具剔除划出去的行政区,保留未动的行政区,添加划入的行政区,使 3 个时期的数据和最新行政区保持一致,然后统计出费县 3 个时期各地类的面积和比例(表 1)。

表 1 费县现状和规划土地利用类型

土地利用类型	2005 年现状		2009 年现状		2020 年规划		
	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	2009 年完成进度/%
耕地	85123.10	51.27	85215.56	51.33	86458.19	52.08	98.56
园地	16396.90	9.88	16399.69	9.88	15933.71	9.60	102.92
林地	29044.12	17.49	29233.13	17.61	28150.27	16.96	103.85
牧草地	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
其他农用地	3249.49	1.96	2936.97	1.77	2842.60	1.71	103.32
城镇建设用地	15989.83	9.63	16176.20	9.74	16531.71	9.96	97.85
交通水利用地	4834.95	2.91	4834.95	2.91	4987.39	3.00	96.94
其他建设用地	340.95	0.21	341.72	0.21	341.72	0.21	100.00
水域	2647.45	1.59	2647.63	1.59	2637.18	1.59	100.40
自然保留地	8393.38	5.06	8234.33	4.96	8137.41	4.90	101.19
总计	166020.18	100	166020.18	100	166020.18	100	100.00

3 研究方法

3.1 土地利用程度

土地利用程度可以表达成一种不连续的函数形式^[17],根据土地利用的理想状态,把土地利用类型划分为 4 种土地利用程度的地类,并分级赋值(表 2)。

由于地理对象或区域范围内,土地类型并非是唯一的一类,大多数情况下是混合地类,要评价某个区域的土地利用程度,可以用土地利用程度综合指

数^[17]作为参考,来评价土地利用的程度,在按分级赋值计算的基础上乘上 100,则其计算方法如下:

$$L_a=100\times\sum_{i=1}^nA_i\times C_i$$

(1)

其中: L_a ——某一地区土地利用程度综合指数; A_i ——第 i 级的土地利用程度分级指数; C_i ——该地区第 i 级土地利用程度分级面积百分比。可以看出土地利用程度综合指数取值区间为[100,400],反映了这个地区的综合的土地利用程度。

表 2 土地分级表

土地利用类型	未利用地或难利用地	林地、草地、水域	耕地、园地、人工草地	城镇、居民点、工矿用地、交用地
分级指数	1	2	3	4

3.2 探索性空间数据分析方法

ESDA 主要以可视化的形式描述空间对象的空间分布特征,能够发现数据的空间依赖性与空间异质性,揭示空间关联特征与模式^[18]。空间自相关包括全局空间自相关和局部空间自相关^[19],而空间权重矩阵是计算 Moran's I 统计量的第一步。

(1) 空间权重矩阵(W)定义和表达了单元之间的邻接关系,公式如下:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

W 是一个 $n \times n$ 的正定矩阵,其中矩阵的每一行指定了一个空间单元的邻居集合。如果第 i 个单元和第 j 个单元是邻居,则元素值为 1;否则为 0。特别的,一个空间单元与其自身不属于邻居关系,即矩阵中主对角线上元素值为 0。结合本文数据,图层中多边形拓扑比较简单,没有包含关系,而且观测值涉及因素较少,因此采用 Rook 标准来构建邻接关系。

(2) 全局空间自相关。全局 Moran's I 统计量描述的是某一变量在整个区域的整体分布格局及其空间集聚特性^[20]。Moran's I 的取值范围为 $-1 \sim +1$, $-1 \sim 0$ 表示负的空间自相关, $0 \sim 1$ 表示的是正的空间自相关,值为 0 表示不存在空间自相关。它的具体形式如下^[21]:

$$I = \frac{n}{S_0} \cdot \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

其中, x_i ——第 i 个空间位置上的观测值; w_{ij} ——空间权重矩阵 $W(n \times n)$ 的元素,表示了空间单元之间的拓扑关系; S_0 ——空间权重矩阵 W 的所有元素之和。

(3) 局部空间自相关。局部空间自相关统计量反映了一个地区局部的空间集聚和局部的非稳定性,用于探讨某个空间单元与周围单元的集聚特征。本文采用局部空间关联指标 LISA (Local Indicators of Spatial Association) 和 Moran 散点图这两种局部空间自相关分析方法,则每一个观测值 i 的局部 Moran's I 统计量的定义如下^[22]:

$$I_i = \sum w_{ij} z_i z_j \quad (4)$$

其中, z_i 和 z_j 是观测值的均值标准化,即 $S^2 = \frac{1}{n} \sum_i z_i^2 = 1$,空间权重矩阵元素 w_{ij} 采用行标准化形式,即 $\sum_{j \neq i} w_{ij} = n, I_i$ 表示位置 i 上的观测值与周围邻居观测平均值的乘积。

4 结果与分析

4.1 费县土地利用变化情况

由表 1 可知:费县分布最广的是农用地,从 2005 年到 2020 年规划期末所占比例一直保持在 80% 以上,其中最多的是耕地,占到了总面积的 50% 以上,并且所占比例一直在升高;其次是建设用地,所占比例从 2005 年的 12.75% 升高到 2009 年的 12.86%,预计到 2020 年将达到 13.17%,用地规模不断在扩张,增长势头强劲,最为明显的是费城街道和探沂镇;相应减少的是其他用地,包括水域和自然保留地,预计 15 a 间年均减少 0.16%。

由图 1 所示,具体来说,以 2009 年为分界点,分为 2005—2009 年和 2009—2020 年两个阶段描述土地利用变化,变化波动由高到低依次是耕地>林地>园地>城镇建设用地>其他农用地>自然保留地>交通水利用地。最主要的变化特征如下:城镇建设用地和耕地一直在增加,15 a 间城镇建设用地规模预计增加 541.88 hm²,年均增长 0.23%,紧随其后增长的是耕地,所占比例由 2005 年的 51.27% 增长到 2020 年的 52.08%,年均增长 0.1%,这主要得益于国家出台了最严格的耕地保护制度和节约用地制度;一直在减少的是其他农用地和自然保留地,15 a 间预计分别减少了 406.89 hm² 和 255.97 hm²,年均减少 0.83% 和 0.2%;先增加后减少的是林地和园地,其中林地减少量最大,预计达到 893.85 hm²,其次是园地,达到了 463.19 hm²。不同土地利用类型面积的此消彼涨和社会经济发展息息相关,近几年费县快速的经济发 展所带来的土地利用变化就说明了这一点。

在土地利用规划进度方面,由表 1 可知,土地利用大部分已经完成甚至超过 2020 预期指标,如园地、林地、其他农用地和自然保留地,而耕地、城镇建设用地、交通水利用地已经非常接近指标,总体而言,土地利用规划目标基本完成,但是剩余的规划期还有十余年,土地规划稍显滞后,今后应视经济发展情况作适当调整。

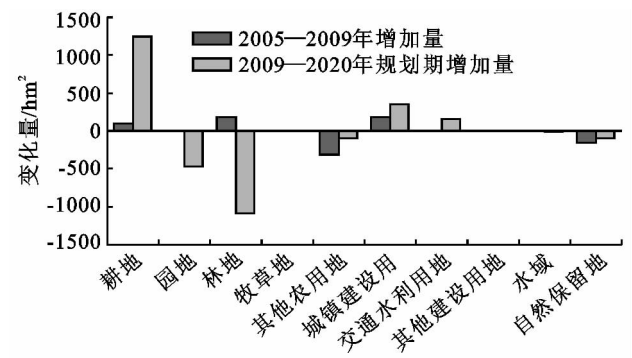


图 1 费县土地利用变化

4.2 费县土地利用程度的变化

根据土地分级表,赋予各个地类以分级指数,利用 ArcGIS 9.3 计算出费县各乡镇土地利用程度综合指数 L_a (表 3)。由于行政村数量有 487 个之多,篇幅所限,本文未列出村级土地利用程度综合指数 L_a 。

表 3 费县各乡镇土地利用程度综合指数 L_a

乡镇	土地利用程度综合指数		
	2005 年	2009 年	2020 年规划期
费城街道	289.08	290.15	296.62
上冶镇	294.97	294.68	294.90
薛庄镇	274.31	274.24	275.48
探沂镇	288.97	288.56	294.84
朱田镇	287.71	287.83	286.43
梁邱镇	293.16	293.10	291.49
新庄镇	294.19	294.17	292.82
马庄镇	283.99	283.93	282.65
胡阳镇	295.00	294.85	293.31
石井镇	277.97	277.94	276.84
大田庄乡	240.25	241.90	240.82
南张庄乡	270.20	270.16	269.87

为了经济发展需要,发挥经济重镇的辐射带动作用,费县调整了行政区划,其中费城街道和城北镇合并为新的费城街道,探沂镇和刘庄镇合并为新的探沂镇,由表 3 可知新城镇的加入拉低了新乡镇的土地利用程度,直到规划期末才迎头赶上。而胡阳镇和上冶镇一线紧靠经济重镇,境内 327 国道、沂蒙公路、日东高速贯穿其中,交通便利;梁邱镇和新庄镇一线,地势平坦,二三产业发展迅速,这 4 个乡镇的主要特点是区位条件优越,工商业发展较快,再加上没有行政区划调整,所以土地利用程度一直保持较高水平。而其他 6 个乡镇地形属于低山丘陵区,其中的大田庄乡、南张庄乡、薛庄镇一线位于北部低山区,朱田镇、石井镇、马庄镇位于南部低山丘陵区,这 6 个乡镇的主要特点是土地开发难度较大,土地利用程度偏低,其中最低的是大田庄乡。

4.3 全局空间自相关分析

全局 Moran's I 表达的是全局空间自相关,探讨

的是空间上多个观测值整体上的相互关联程度,如果 Moran's I 值 >0 并且值越大,那么空间关联性或空间趋同性就越强,表现出集聚增强的空间特征,即土地利用程度较高的乡镇与土地利用程度同样高的乡镇“扎堆”或者土地利用程度较低的乡镇和土地利用同样低的乡镇“扎堆”。

由图 2 可知,无论是乡级还是村级尺度,费县的土地利用程度均表现出空间正相关性,也就是说表现出了空间集聚性而不是完全的随机性,而且两种尺度下 Moran's I 值均呈上升趋势,说明费县各乡镇土地利用程度的空间趋同性在增加,这是由于:(1) 随着社会经济的发展,土地利用程度相对较高的乡镇发挥了它的经济辐射带动作用,使得其邻近的乡镇经济发展越来越快,土地利用程度就越来越高,形成了以点带面的局面,比如被费城街道合并的城北镇和被探沂镇合并的刘庄镇;(2) 费县城镇发展模式兼顾“摊饼”式和“蒸馍”式,即在扩张面积的同时,土地利用程度也在不断升高,土地利用结构趋于合理,质和量均在提高。

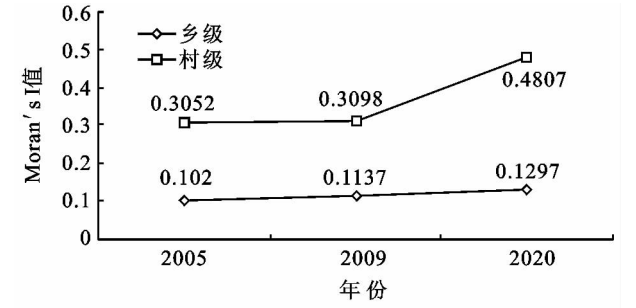


图 2 不同尺度下 Moran's I 折线

从图 2 上还可以看出 Moran's I 值和研究尺度密切相关。两种尺度下 Moran's I 值变化趋势都是升高,但村级尺度的 Moran's I 值远大于乡级尺度,出现了研究的空间尺度越大,空间相关性反而越小的现象,这是由于 Moran's I 系数对距离呈现非线性特征和数据平均时的滤波特性造成的。

4.4 局部空间自相关分析

与全局空间自相关不同,局部空间自相关反映的是空间某单元与邻近单元之间的关联程度,这种关系可以透过 Moran's I 散点图和 LISA 聚集图来呈现。

(1) Moran's I 散点图。Moran's I 散点图是一个直角坐标系,X 轴上的值是 L_a 标准化后的值,Y 轴为 L_a 标准化后的由空间邻接矩阵决定的相邻单元属性值的平均值,即空间滞后。坐标系上各点(L_a 和其空间滞后)的拟合程度(即直线的斜率)就是 Moran's I 值。图 3 是两种尺度的散点图,靠上的是乡级的,对应空间单元是各个乡,靠下的是村级的,对应的是各个村,可以发现,数据点越多,空间关系越显得明朗。

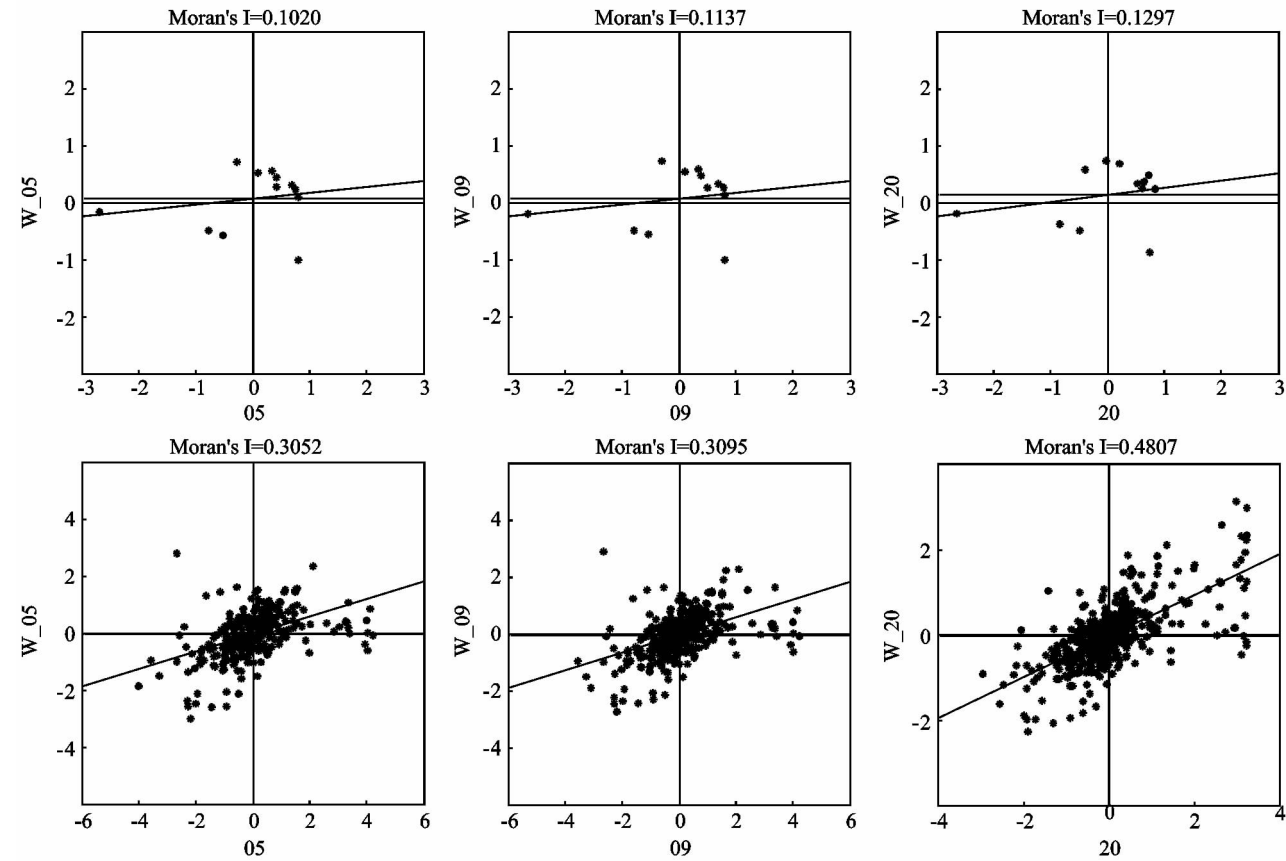


图 3 两种尺度下 Moran's I 散点图

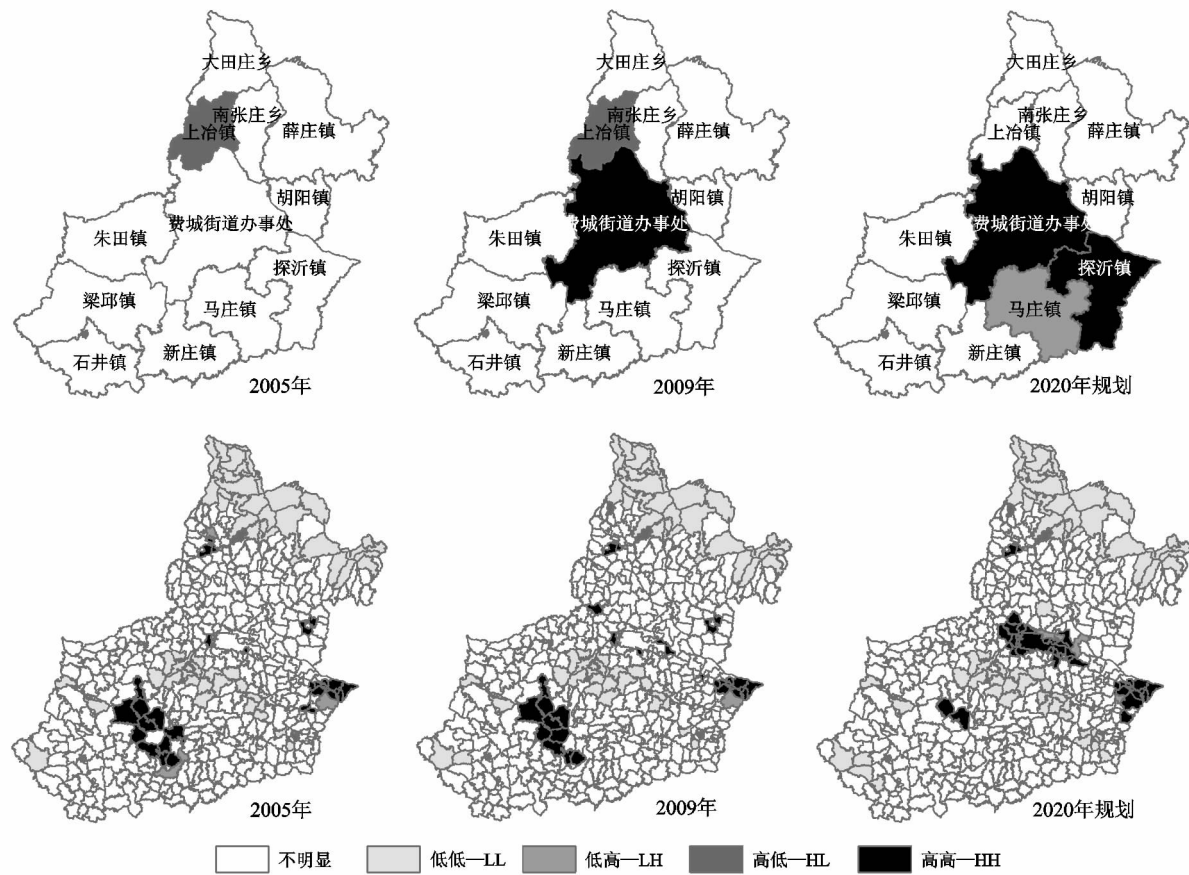


图 4 两种尺度下 LISA 聚集图

(2) LISA 聚集图。Moran 散点图的 4 个象限对于各个空间单元有着特殊的意义,因为散点图上各个点代表着空间上各个单元。某个空间单元与周围单元的关系由落在坐标系上的 4 个象限来确定,从第一象限到第四象限依次是 HH、LH、LL、HL,空间单元和其周围单元确定的四种类型的局域空间关系就形成了 LISA 聚集图(图 4)。

图 4 上半部分是乡镇 LISA 聚集图,从图上可以看出,2005—2009 年,上冶镇呈现 HL 型聚集,说明其相对于其他乡镇土地利用程度较高,但是随着全县社会经济的发展,尤其是费城街道和探沂镇快速发展,到 2020 规划期,上冶镇集聚特征已不明显。相应的,费城街道和探沂镇依托 327 国道穿镇而过的交通优势而快速发展,土地利用程度不断升高,从 2009 年起到 2020 年规划期,呈现出 HH 聚集,说明这两个乡镇土地利用程度较高,经济活动较活跃。

按行政区划往下细分得到村级 LISA 聚集图,如图 4 下半部,可以看到 LL 型聚集区域主要位于费县北部的大田庄乡、南张庄乡和薛庄镇,以及费县中部的费城镇南部和马庄镇北部,这几个地区属于沂蒙山区,地势险峻,土地利用程度较低,15 a 间土地利用程度变化不大。HH 型聚集区域较多,但是较分散,主要是费城街道北部和梁邱镇西部地区,说明这些地区和其周围乡镇的土地利用程度同样高,这是因为费城街道是县城所在地,有着得天独厚的优势,梁邱镇依靠 342 省道,交通便利,而且地势平坦,便于改造利用,这些间接说明了地理区位和交通对地区经济的发展影响很深。值得注意的是,除了 LL 型聚集区域和 HH 型聚集区域,费县大部属于局部自相关关系不显著的类型,说明费县经济水平还较低,多数乡镇联系不紧密,同时也说明费县尚有一定的发展潜力。

经过以上分析,可以看到十几年来费县的土地利用程度整体不断在提高,土地利用的集聚区域由小到大,由分散到集中,由点到面不断在延深,形成了以费城街道和探沂镇为中心的土地利用集聚格局。

5 结论

(1) 土地是经济社会活动的载体,经济的不断提高势必需要更多的土地作为支撑。近些年费县社会经济快速发展,建设用地规模有增无减,与此同时,土地利用程度也不断上升,因此,土地开发兼顾了质和量。更为可贵的是在发展经济的同时也确保了耕地规模的稳步增长,耕地保护政策措施落实比较到位。

(2) 费县土地利用程度分布不均,在数值上出现了很多“洼地”和“高地”,土地利用程度低低集聚的区

域集中在北部山区和南部低山丘陵区,土地利用难度大,建议退耕还林,而土地利用程度高高集聚的区域集中在地势平坦,交通便利的费城街道、探沂镇一线和梁邱镇、新庄镇一线,这里经济活动活跃,土地利用潜力可深挖,今后将是城镇扩张的主要方向。

(3) 从土地利用空间集聚看,费县今后将形成以费城街道和探沂镇为两个中心点的发展格局,附加发展地势平坦,交通便利,经济相对成熟的小城镇,如梁邱镇和上冶镇,这与规划确定的费县发展思路不谋而合,即“一轴两翼、一城两区”的城市布局结构,具体来说,就是以沿 327 国道为发展轴,以(上冶—南张庄—薛庄)和(梁邱—新庄)为两翼,以费城街道为“一城”,电厂片区和探沂片区为“两区”,同时重点发展上冶和梁邱等中心城镇建设。

总之,费县多山地和丘陵,土地资源短缺,今后仍需进一步优化土地利用结构和布局,推进节约集约用地,提高土地利用收益,统筹城乡区域协调发展,从而实现土地资源的可持续利用。

参考文献:

- [1] 朱会义,李秀彬.关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J].地理学报,2003,58(5):643-650.
- [2] 张路路,张悦国,刘瑞卿,等.河北省粮食单产区域差异特征演变格局及动因分析[J].水土保持研究,2011,18(2):192-197.
- [3] 李慧,王云鹏,李岩,等.珠江三角洲土地利用变化空间自相关分析[J].生态环境学报,2011,20(12):1879-1885.
- [4] 周天墨,付强,诸云强,等.空间自相关方法及其在环境污染领域的应用分析[J].测绘通报,2013(1):53-56.
- [5] 王秀兰,包玉海.土地利用动态变化研究方法探讨[J].地理科学进展,1999,18(1):81-87.
- [6] 张云鹏,孙燕,王小丽,等.不同尺度下的土地利用变化驱动力研究:以常州市新北区为例[J].水土保持研究,2012,19(6):111-116.
- [7] 陈刚强,李郁,许学强.中国城市人口的空间集聚特征与规律分析[J].地理学报,2008,63(10):1045-1054.
- [8] 高凯,周志翔,杨玉萍.长江流域土地利用结构及其空间自相关分析[J].长江流域资源与环境,2010,19(Z1):13-20.
- [9] 熊黑钢,张雅.新疆石河子市土地利用数量变化研究[J].水土保持研究,2007,14(6):414-423.
- [10] 杨爽,冯晓明,陈利顶.土地利用变化的时空分异特征及驱动机制:以北京市海淀区、延庆县为例[J].生态学报,2009,29(8):4501-4511.
- [11] 王力,牛铮,尹君,等.基于遥感技术的小城镇土地利用变化分析:以黄骅镇为例[J].资源科学,2006,28(2):68-75.
- [12] 谢花林,刘黎明,李波,等.土地利用变化的多尺度空间自相关分析:以内蒙古翁牛特旗为例[J].地理学报,2006,61(4):389-400.

与此同时,生态系统服务价值上升,且以森林和草地生态系统服务价值增长最多,说明退耕还林(草)有效地促进了林草植被的恢复,使得生态系统总体情况趋向改善。(2)退耕还林(草)前后陕西省各县土地利用程度综合指数与单位面积生态系统服务价值之间存在显著的负相关性。通过退耕还林(草)实施前后各年土地利用程度和生态系统服务价值与基期水平的对比,发现二者变化趋势相反,退耕还林(草)前土地利用程度增大,生态系统服务价值递减,退耕还林(草)后土地利用程度减小,生态系统服务价值增加。

参考文献:

- [1] 焦峰,温仲明,李锐.黄土高原退耕还林(草)环境效应分析[J].水土保持研究,2005,12(1):26-30.
- [2] 宋乃平,王磊,刘艳华,等.退耕还林草对黄土丘陵区土地利用的影响[J].资源科学,2006,28(4):52-57.
- [3] 张文帅,王飞,穆兴民,等.近25年延河流域土地利用/覆盖变化的时空特征[J].水土保持研究,2012,19(5):148-154.
- [4] 尹少华,朱玉雯,尹峰.退耕还林工程综合效益评价指标体系研究:湖南省案例[J].林业经济,2008(5),29-32.
- [5] 赵昕,任志远,杨勇.陕西省生态服务价值变化初探[J].江西农业学报,2006,18(4):159-162.
- [6] 张凤太,苏维词,赵卫权.基于土地利用/覆被变化的重庆城市生态系统服务价值研究[J].生态与农村环境学报,2008,24(3):21-25.
- [7] 吕明权,王延平,王继军.吴起镇土地利用变化及其生态服务价值研究[J].水土保持研究,2010,17(1):144-149.
- [8] 王亚娟,刘小鹏,关文超.山区土地利用变化对生态系统服务价值的影响分析:以宁夏彭阳县为例[J].生态经济,2010(5):146-149,162.

- [9] 岳书平,张树文,闫业超.东北样带土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J].地理学报,2007,62(8):879-886.
- [10] 李进鹏,王飞,穆兴民,等.延河流域土地利用变化对生态服务价值的影响[J].水土保持研究,2010,17(3):110-114.
- [11] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴2006[M].北京:中国统计出版社,2006.
- [12] 陕西省统计局.陕西统计年鉴2006[M].北京:中国统计出版社,2006.
- [13] 庄大方,刘纪远.中国土地利用程度的区域分异模型研究[J].自然资源学报,1997,12(2):105-111.
- [14] SCEP (Study of Critical Environmental Problems). Man's Impact on the Global Environment [M]. Berlin: Springer-Verlag,1970.
- [15] Ehrlich P H, Mooney H A. Extinction, substitution and Ecosystem services [J]. Bioscience,1983,33(4):248-254.
- [16] Westman W. How Much Are Nature's Services Worth [J]. Science,1977,197(4307):960-964.
- [17] Costanza R, Arge R, Groot R, et al. The Value of the world's Ecosystem Services and Natural Capital [J]. Nature,1997,387:253-260.
- [18] Portela R, Rademacher A I. A Dynamic Model of Patterns of Deforestation and Their Effect on the Ability of the Brazilian Amazonia to Provide Ecosystem Services [J]. Ecological Modeling,2001,143(1/2):115-146.
- [19] 谢高地,鲁春霞,肖玉,等.青藏高原高寒草地生态系统服务价值评估[J].山地学报,2003,21(1):50-55.
- [20] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J],自然资源学报,2003,18(2):189-196.
- [21] 刘勇.江苏省土地利用程度与区域生态效率关系研究[J].中国土地科学,2010,24(4):19-24.

(上接第245页)

- [13] 邱炳文,王钦敏,陈崇成,等.福建省土地利用多尺度空间自相关分析[J].自然资源学报,2007,22(2):311-320.
- [14] 林琳,马飞.广州市人口老龄化的空间分布及趋势[J].地理研究,2007,26(5):1043-1054.
- [15] 王友胜,刘霞,姚孝友,等.费县土地利用和土壤侵蚀时空变化分析[J].水土保持研究,2011,18(5):19-22.
- [16] TD/T1025-2010.乡(镇)土地利用总体规划编制规程[S].北京:中国标准出版社,2010.
- [17] 庄大方,刘纪远.中国土地利用程度的区域分异模型研究[J].自然资源学报,1997,12(2):105-111.

- [18] 马荣华,蒲英霞,马晓冬.GIS空间关联模式发现[M].北京:科学出版社,2007.
- [19] 叶长盛,黄建军.江西省县域农村居民纯收入空间差异研究[J].水土保持研究,2011,18(3):153-157.
- [20] Goodchild M, Anselin L, Applebaum R, et al. Towards a spatially integrated social science[J]. International Regional Science Review,2002,23(2):139-159.
- [21] Cliff A, Ord J K. Spatial Processes: Models and Applications[M]. London: Pion,1981:6-22.
- [22] Anselin L. Local indicators of spatial association: LISA [J]. Geographical Analysis,1995,27(2):93-115.