

基于 MPI 的典型西南山区耕地空间分布影响因素研究

——以重庆石柱县为例

陈丹, 周启刚, 何昌华, 刘琳琳

(重庆工商大学 旅游与国土资源学院, 重庆 400067)

摘 要:以重庆市石柱县 2011 年土地利用变更调查数据库为基础,采用景观格局指数中的平均邻近指数(MPI),定性分析耕地的空间分布特征;综合运用空间函数拟合方法、可达距离函数、地形位指数和分布指数,研究居民点、公路、农村道路以及水域对耕地的影响机理,分析耕地基于地形梯度的分布特征。结果表明:重庆市石柱县耕地空间分布特征总体表现为聚集式分布;居民点、公路、农村道路和水域对耕地的空间分布都起着不同程度的吸引作用,居民点对耕地分布的影响最大;各因素对耕地的影响程度和机理不同,居民点、农村道路和水域对耕地的影响属于小范围高程度式,公路对耕地存在大范围低程度的影响;地形因子对耕地的空间分布具有限制作用,耕地主要集中分布在 100~1 200 m 高程和 0~25°坡度的区域内,且更倾向于分布在低高程和低坡度区域。文章旨在为西南地区土地开发、整理和复垦的选址提供参考和依据,并以期能为其他地区进行耕地开发和整理的选址提供研究思路和方法。

关键词:土地开发整理;平均邻近指数(MPI);空间函数拟合;地形位指数;典型西南山区;重庆石柱县

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)02-0228-06

Analysis on Influencing Factors of Cultivated Land Based on MPI in Typical Southwest Mountain Area —Taking Shizhu County of Chongqing as Example

CHEN Dan, ZHOU Qi-gang, HE Chang-hua, LIU Lin-lin

(School of Tourism and Land Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract:Chongqing is a typical mountainous area in southwest China. Utility systems including land ticket, requisition-compensation balance, connection between the increase of rural construction land and the decrease of urban construction land, are influencing the land use and man-land relationship of Chongqing. This paper takes Shizhu County of Chongqing as an example. This study analyzed spatial distribution characteristic of cultivated land based on change investigation database of Shizhu County land use in 2011 and MPI of landscape metrics. The Origin software was used to fit the function. This paper identified how the residential areas, roads, rural roads and rivers influence the cultivated land. It also combined with terrain niche index and distribution index to study the terrain how to affect cultivated land. The results show that cultivated land in Shizhu of Chongqing generally presents aggregated distribution pattern. Residential areas, roads, rural roads and waters impact the spatial distribution of cultivated land at different degrees. The influence degree and mechanism of these factors are different. The influence of residential areas, rural roads and waters on cultivated land belongs to type of high effect on a small scale, but the effect of the road is low on a large scale. Terrain factor restricts the spatial distribution of cultivated land so that cultivated land mainly distributes in the slope areas with 0~25° and areas with elevation of 100~1 200 m. Besides, most cultivated land distributes in the area with low elevation and slope. This paper aims to provide reference to choose the area of land development, consolidation and reclamation in southwest China. This study also can provide research idea and method to study the location of land development and consolidation.

收稿日期:2013-07-10

修回日期:2013-08-10

资助项目:国家自然科学基金项目(41101503);国家社科基金重大项目(11&·ZD161);重庆工商大学学生科技创新基金资助项目(132061)

作者简介:陈丹(1990—),女,重庆人,在读硕士,主要研究方向:资源环境规划与管理。E-mail:cd1105@163.com

通信作者:周启刚(1976—),男,重庆铜梁人,副教授,博士,硕士生导师,主要研究方向:3S与资源环境利用。E-mail:zqg1050@163.com

Key words: land development and consolidation; mean proximity index; function fitting of space; terrain niche index; typical southwestern mountainous area; Shizhu County of Chongqing

土地是人类生存之本,更是人类赖以生存的各项物质生产的基础和源泉^[1]。我国土地的有限性和稀缺性使得土地利用成为国家关注的焦点^[2-3],城市建设的发展与农用地尤其是耕地的保障之间急需保持协调和平衡^[4-5]。耕地是保障国家粮食安全的核心^[6],在地票、占补平衡以及增减挂钩等制度和政策的驱使下,占用耕地和土地的开发、复垦以及整理并存,耕地的分布数量、质量以及空间分布特征等都会发生或多或少的变化^[7-9];土地利用中占补不平衡的现象大有所在,占用优田良土,并补充劣地荒土,导致投入了大量物力和财力进行开发、整理和复垦的土地利用率低,甚至不可利用等问题^[10-11]。学者们基于不同的研究区,对土地利用或者耕地的时空分布特征^[12-15]、演变特征与规律^[16-18]、景观格局^[19-20]以及驱动因素^[21-23]等都做过相关的研究分析,但对于单独研究耕地的分布特征,并根据影响耕地的因素进行函数的拟合,定量研究耕地各大驱动因素的相关文献缺乏。西南地区地形较为复杂,人地矛盾突出^[24],地区土地开发整理倍受关注,重庆属于典型西南山区,是城乡统筹、地票等制度实施的示范区^[25-26],是土地开发整理相关政策扶持的大市^[27],以该区域作为研究对象的文献也相对缺乏。

我国西南地区大部分城市仍然以传统农业为主,耕地的分布主要受道路、水源、地形以及离居住点的距离的综合影响^[28-29],这些因素直接影响耕地的空间分布和利用率,地形条件同时影响着这些因素的空间分布,进而通过直接和间接的形式影响耕地的空间分布特征。因此,典型山地地区各因素对耕地空间分布特征的影响程度不同于其他地区。本文综合运用平均邻近指数、空间拟合方法、可达距离函数、地形位指数和分布指数,定性和定量分析西南地区典型区域重庆市石柱县耕地的空间分布特征以及在地形条件影响下的各因素对耕地的影响机理。文章旨在为西南地区土地开发、整理和复垦的选址提供参考和依据,同时为其他地区进行耕地开发和整理的选址提供研究思路和方法。

1 研究区概况

西南地区是中国根据自然地理条件对中西南区综合划分确定的一个范围,包括西南片区的三省一市,即云南省、贵州省、四川省和重庆市,区内河流流经,以高原和山地为主,地形地貌复杂多样,地势起伏

大,海拔 5 000~6 000 m 的高峰众多,人地矛盾突出,是土地开发整理重点关注的区域。重庆是中国西南地区 and 长江上游最大的经济中心城市,地跨东经 105°11′—110°11′、北纬 28°10′—32°13′,地形起伏较大,是西南地区土地利用特征的典型代表区域。石柱土家族自治县位于重庆东部,地处三峡库区腹心地带,是西南地区的典型山区,境内地势东南高,西北低,呈起伏状下降,最高海拔 1 934.1 m,最低海拔 119 m,以中山、低山为主,是土地开发整理的典型区域。

2 数据源与数据预处理

本研究主要采用重庆市石柱县基于全国第二次土地利用调查成果完成的 2011 年土地利用变更调查数据库作为研究分析的主要数据基础,该数据库主要包括重庆市石柱县 2011 年土地利用图斑数据和土地利用现状地物数据;采用 1:5 万的数字高程模型(DEM)数据作为研究辅助数据。

依据第二次全国土地调查中规定的土地分类,提取研究区 2011 年土地利用变更调查数据库中的水田和旱地作为本次研究的耕地来源,提取村庄作为研究的居民点;根据数据库中对土地利用现状地物的划分,将道路划分为公路和农村道路,并将沟渠和河流水面合并为水域;运用 ArcGIS 中的 Spatial Analyst 模块将研究区 1:5 万的数字高程模型(DEM)数据生成坡度数据。

3 研究方法

3.1 平均邻近指数(MPI)

平均邻近指数(MPI)是景观格局指数中用于能够度量同样类型斑块间的邻近程度以及景观破碎度的指标^[28],如 MPI 值小,表明同种土地利用类型斑块之间的离散程度高,景观破碎程度高,说明该土地利用类型空间格局呈现分散分布;MPI 值大,表明同种土地利用类型斑块之间邻近程度高,景观连接性好,说明该土地利用类型空间格局呈现集中分布^[30]。通过分析研究区耕地的平均邻近指数(MPI),研究耕地的空间分布特征,以定性的方式总体把握研究区耕地的空间分布特征,为定量研究做准备工作。

3.2 耕地用地比例

以研究区耕地总面积占研究区辖区总面积的比例表示研究区内耕地的用地比例,用于总体性把握研

究区耕地的用地量,并为研究影响耕地的因素作支撑。采用的表达式如下:

$$P = \frac{S}{M} \times 100\% \quad (1)$$

式中: P ——研究区耕地总体用地比例; S ——研究区内耕地总面积; M ——研究区辖区面积。

3.3 空间函数拟合

3.3.1 影响因素与耕地关系的函数拟合 根据本次研究的需求,将影响耕地的因素划分为四大类,即居民点、公路、农村道路和水域。由于公路、农村道路和水域存在线状和面状两大类数据,且各影响因素对耕地的影响程度和影响范围不同,综合考虑以上原因,对各因素及其各类型数据分别做缓冲区分析。从研究区耕地和居民点的位置可以看出,两者分布之间的空间关系密切,当居民点的缓冲区做到 1 000 m 后,基本全覆盖研究区内的耕地,因此,对居民点设置 1 000 m 的缓冲区,每隔一定距离设立一个缓冲带,基于生成的缓冲带分别统计覆盖耕地的总面积,在 Origin 函数绘制软件下拟合关系函数,拟合函数过程中,根据函数拟合的相关系数,反复调整设置缓冲带的间隔距离,研究表明每隔 $\Delta r = 25$ m 设立一个缓冲带最为合理。同理,对农村道路、公路和水域设置 1 000 m 的缓冲区,每隔 $\Delta r = 25$ m 设立一个缓冲带,并拟合各影响因素与耕地之间的关系函数。

3.3.2 可达距离 基于空间拟合的缓冲区分析,根据不同影响因素的空间分布特征,结合差分法,拟合出离影响要素的距离与耕地在缓冲区内占地比例的关系函数,函数表达式为:

$$F[r, p(r)] = 0 \quad (2)$$

式中: r ——缓冲带边缘离影响要素边缘的距离; $p(r)$ ——当缓冲带离影响要素距离为 r 时,缓冲区内耕地面积的增量与缓冲区面积增量的比值; F —— r 和 $p(r)$ 之间的关系表达式。一般情况下,离影响要素越近, $p(r)$ 值越大;离影响要素越远, $p(r)$ 则逐渐呈现下降趋势。当 $p(r)$ 达到耕地总体用地比例时的缓冲区距离 r 为可达距离 $R^{[31]}$,可达距离的物理意义表示为:当小于该距离时,耕地在影响要素周围的分布密度大于平均值。

3.4 地形位指数及分级

3.4.1 地形位指数 为了能够定量分析耕地的分布与地形梯度之间的关系,本文综合考虑高程和坡度两个地形因子,采用地形位指数进行研究,采用的地形位指数用以下公式进行计算^[32]:

$$T = \ln\left[\left(\frac{E}{\bar{E}} + 1\right) \times \left(\frac{S}{\bar{S}} + 1\right)\right] \quad (3)$$

式中: T ——地形位指数; E ——空间任一坐标点的高程值; \bar{E} ——所在区域的平均高程值; S ——空间任一点坡度值; \bar{S} ——所在区域平均坡度值。

3.4.2 地形位指数分级 基于研究区 DEM 数据的统计分析,区域内高程皆大于 100 m,且耕地在 700 m 高程以下地形区域内的分布较为密集,1 200 m 以上区域的土地利用类型相对单一。综合考虑,将研究区内高程划分为 5 个等级:100~300 m,300~500 m,500~700 m,700~1 200 m,>1 200 m。根据国际地理学联合会地貌调查与地貌制图委员会对耕地的坡度分级体系^[33],将坡度数据划分为 5 个等级:0~2°,2°~6°,6°~15°,15°~25°,>25°。

结合高程和坡度每级的间隔点运用公式(3)生成地形位指数分级的间隔点,将地形位指数划分为 6 个级别:≤0.86,0.86~1.00,1.00~1.19,1.19~1.43,>1.43。

3.5 分布指数

分布指数可以消除不同地形段的面积差异和不同景观组分的面积比重差异的影响,本文引入分布指数来定量描述耕地在地形梯度上的分布情况,其计算公式如下^[32]:

$$P = \frac{S_{ie}}{S_i} / \frac{S_e}{S} \quad (4)$$

式中: P ——分布指数; e ——地形因子; S_{ie} —— e 地形因子某等级下 i 种土地利用类型的面积; S_i ——研究区内第 i 种土地利用类型的总面积; S_e ——整个研究区内 e 地形因子某等级的总面积; S ——整个研究区的面积。

4 结果与分析

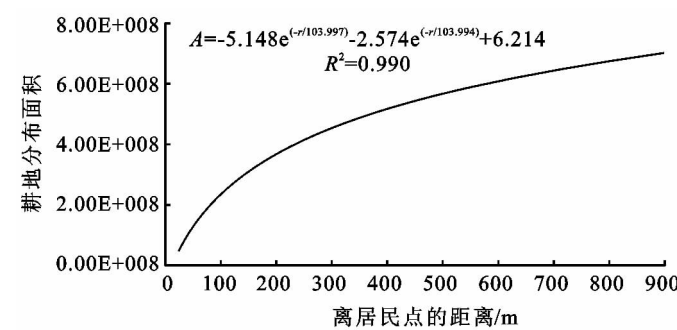
4.1 耕地用地比例与空间分布特征

通过汇总统计石柱县 2011 年土地利用变更调查数据库,得出全县辖区面积为 3 014.13 km²,全县耕地用地面积达 698.7 km²,根据公式(1),得出研究区耕地总体用地面积比例为 23.18%。运用 Fragstats 景观格局分析软件,计算研究区耕地的平均邻近指数时,分别以 100,500,1 000 m 作为平均邻近指数计算查询范围,得出耕地平均邻近指数分别为 69.05%,76.7%,77.1%,取平均值作为研究区耕地的平均邻近指数(MPI),以确保数据的准确性,得出平均邻近指数为 74.28%。结果表明研究区耕地分布占地比例 23.18%,高于全国总耕地面积,占全国幅员面积 16.13%的比例;耕地平均邻近指数达到 74.28%,表明研究区耕地分布的邻近程度高,景观连接性好,耕地空间格局呈现出集中分布的特征。

4.2 耕地分布影响因素分析

4.2.1 居民点对耕地空间分布的影响 对居民点设置 1 000 m 缓冲区,每隔 $\Delta r=25$ m 设立一个缓冲带,得出离居民点的距离与耕地用地面积的拟合函数,以及离居民点的距离与耕地用地比例之间的拟合结果,根据研究区耕地总体用地比例计算出耕地在居民点影响下的可达距离,如图 1 所示。

从离居民点的距离与耕地分布面积的函数关系中可知,离居民点越远,耕地面积急剧增加,当达到一定距离后,耕地面积增加趋势明显减缓;从离居民点



的距离与耕地用地比例的关系函数可知,离居民点较近的区域,随着离居民点距离的增加,耕地比例急剧下降,到达一定距离后,耕地比例保持平衡,比例值不到 10%。在 $r=0$ 处的耕地比例是离开居民点最近处的耕地用地比例,离开居民点最近处耕地的用地比例达到 68.54%,远远大于研究区耕地总体分布比例;可达距离为 226 m,表明居民点对耕地的影响程度大,但影响范围较小,当仅有居民点一个影响因素时,耕地在居民点周围的分布主要局限在 226 m 的范围之内。

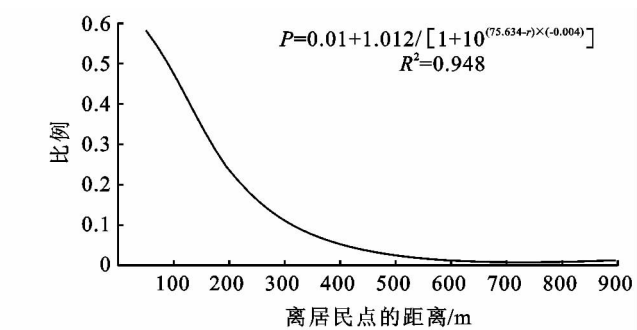


图 1 离居民点的距离 r 分别与耕地面积和耕地比例之间的拟合函数

4.2.2 公路对耕地空间分布的影响 对公路设置 1 000 m 缓冲区,每隔 $\Delta r=25$ m 设立一个缓冲带,得出离公路的距离与耕地用地面积的拟合函数,以及离公路的距离与耕地用地比例之间的拟合结果,根据研究区耕地总体用地比例计算出耕地在公路影响下的可达距离,如图 2 所示。离公路的距离与耕地面积分布的关系斜率呈现缓慢下降的趋势,耕地面积随离公路距离的增加表现出平稳增加的趋势;从离公路的距离与耕地比例的关系函数中可以看出,离公路越远,耕地比例呈下降趋势,当达到一定距离之后,耕地比例下降幅度减弱。离开公路最近处耕地的用地比例为 33.37%,大于研究区耕地总体分布比例;可达距离为 660 m,表明耕地在公路两侧的蔓延程度较强,公路对耕地的影响程度表现为大范围的影响,分布在公路两侧的耕地主要分布在距离公路 660 m 范围内的区域。

4.2.3 农村道路对耕地空间分布的影响 基于农村

道路设置 500 m 缓冲区,每隔 $\Delta r=25$ m 设立一个缓冲带,得出离农村道路的距离与耕地用地面积的拟合函数,以及离农村道路的距离与耕地用地比例之间的拟合结果,根据研究区耕地总体用地比例计算出耕地在农村道路影响下的可达距离,如图 3 所示。从离农村道路的距离与耕地分布面积的函数关系中可知,离农村道路的距离对耕地分布面积的影响趋势与离居民点的距离对耕地面积的影响趋势具有相似性;从 r 与 P 之间的关系函数可知,随着与农村道路距离的增加,耕地比例基本保持大幅度下降趋势,离开农村道路最近处耕地的用地比例为 38%,可达距离为 290 m,表明农村道路对耕地主要表现为在短距离内较程度的影响,耕地在农村道路两侧的蔓延程度相对较弱,主要表现为较为集中的分布在农村道路两侧,当耕地离农村道路的距离达到 290 m 之后,耕地分布则表现出弱势。

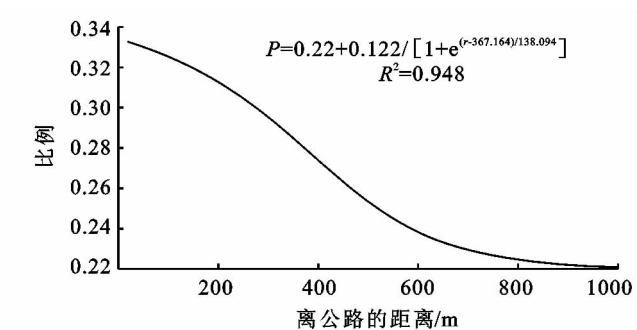
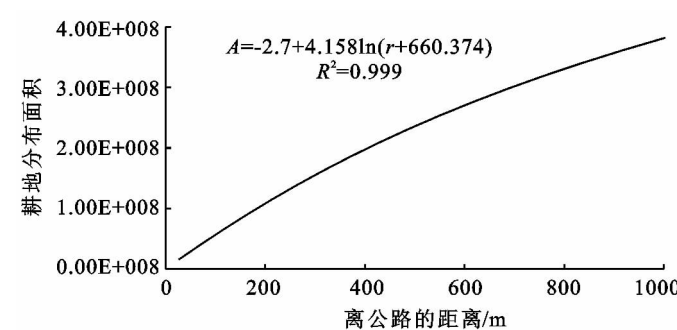


图 2 离公路的距离 r 分别与耕地面积和耕地比例之间的拟合函数

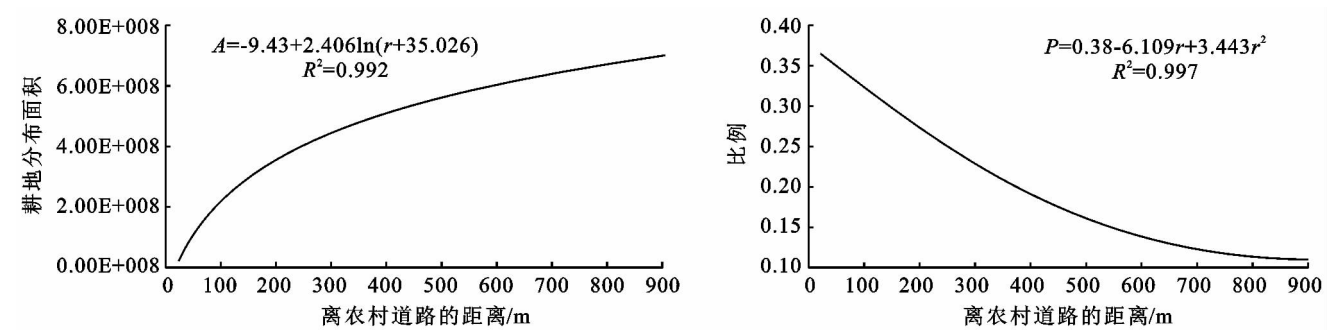


图 3 离农村道路的距离 r 分别与耕地面积和耕地比例之间的拟合函数

4.2.4 水域对耕地空间分布的影响 对水域设置 1 000 m缓冲区,每隔 $\Delta r=25$ m 设立一个缓冲带,得出离水域的距离与耕地用地面积的拟合函数,以及离水域的距离与耕地用地比例之间的拟合结果,根据研究区耕地总体用地比例计算出耕地在水域影响下的可达距离,如图 4 所示。离水域的距离 r 与耕地面积 A 之间的关系函数表明,开始 A 随着 r 的增加呈现急剧增加的趋势,之后增加趋势明显减缓,这与居民点和农村道路对耕地面积影响的趋势相似,但离水域的距离对耕地面积的影响更大;离水域的距离与耕地比例的关系表明,随着离水域距离的增加,耕地比例不断减少,离水域最近处的耕地比例为 36.2%,可达距离 311 m,表明水域对研究区耕地具有一定的吸引力,短距离影响程度较大,耕地在水域周围的蔓延程度较小。

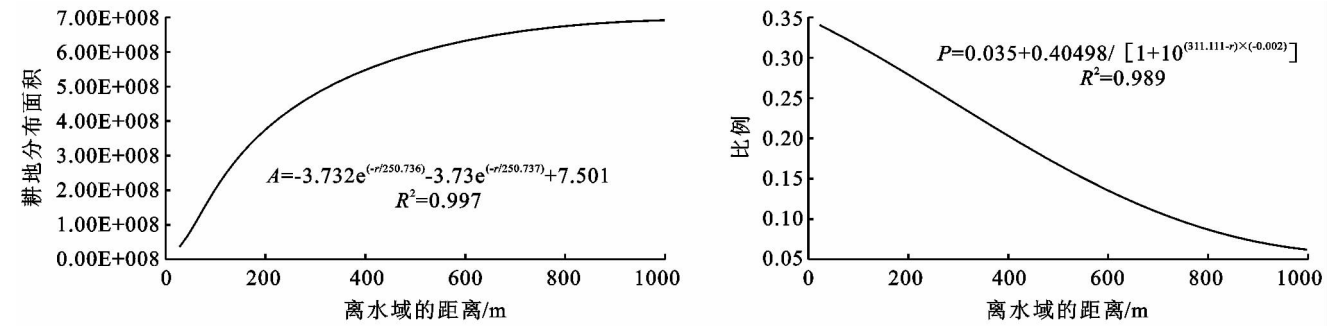


图 4 离水域的距离 r 分别与耕地面积和耕地比例之间的拟合函数

4.3 耕地在地形梯度上的分布特征

结合公式(3)和公式(4),计算分析研究区耕地在地形位、高程以及坡度各等级上的分布指数。通过研究区耕地在各等级地形因子下的分布指数表(表 5)可以看出,研究区耕地在地形因子各等级上的分布呈现明显的差异性,各等级地形位上的分布指数值皆处于各等级坡度和高程分布指数值之间,表明地形位指数充分结合了高程和坡度两个地形因子的特征。耕地主要分布在各地形因子的 1~4 级上,即主要分布在 100~1 200 m 高程和 0~25°坡度上;耕地在地形位指数和高程各等级上的分布指数变化趋势相似,分布指数大体呈现逐步下降的趋势;耕地在各等级坡度的分布指数在 3 级上出现突减的现象,其他等级上的分布指数仍然表现出随着坡度等级升高而逐渐下降的趋势。

表 5 研究区耕地在不同地形因子分级下的分布指数以及优势分布区间

项目	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	优势分布区间
地形位	2.23	2.07	1.70	1.06	0.36	1~4
坡度	2.53	2.23	1.50	1.69	0.41	1~4
高程	1.98	2.08	1.77	1.33	0.40	1~4

5 结论

- (1) 典型西南山区重庆石柱县的耕地空间分布平均邻近指数较高,耕地空间分布特征总体表现为聚集式分布。
- (2) 居民点、公路、农村道路和水域最近处耕地的分布比例皆大于研究区内耕地总体用地比例,4 个因素对耕地的空间分布都起着吸引作用,但各因素对耕地的影响程度不同。按照四个因素对耕地的影响程度由大到小排序,分别为居民点、农村道路、水域、公路,居民点对耕地分布的影响程度最大,集中分布在居民点周围的耕地比例达到耕地总体比例的 2~3 倍,居民点、农村道路和水域对耕地的影响范围相当,主要集中在 300 m 左右的区域内;公路对耕地的影响表现为大范围扩散式的影响,其影响范围高达 660 m,研究区耕地在公路两侧的蔓延程度较在其他影响因素周围的蔓延程度都强。
- (3) 研究区耕地基于地形梯度的优势分布区位在 100~1 200 m 的高程和 0~25°的坡度上,且更倾向于分布在低高程和低坡度区域。

(4) 典型西南山区土地开发、复垦以及整理过程中,如对开发、复垦以及整理的耕地采用传统农业耕种方式,那么对开发、复垦以及整理土地的选址应重点考虑居民点、农村道路和水域三大因素,选址的最佳位置在居民点、农村道路和水域可达距离范围内的低高程和低坡度区域;如对开发、复垦以及整理的耕地采用现代化耕种方式,则应重点考虑公路周围可达距离内的区域,可适当对周围区域的地形做一定的整理,使地理条件更为满足耕地分布的需求。

参考文献:

- [1] 曹俊峰,龙冬冬,冯云龙,等. 土地资源生态价值的重要性[J]. 黑龙江科技信息,2012(13):104.
- [2] 吴郁玲. 基于土地市场发育的土地集约利用机制研究[D]. 南京:南京农业大学,2008.
- [3] 赵璐. 区域土地可持续利用时空优化研究[D]. 北京:中国地质大学,2012.
- [4] 李贻学,王岭,徐鹏波,等. 我国城市土地可持续利用对策研究[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2003,34(3):388-392.
- [5] 张建军,陈凤娟,白建勤,等. 1983—2009 年黄土高原沟壑区耕地结构特征演变分析[J]. 农业工程学报,2012,28(16):232-239.
- [6] 杜涛,贾春香. 耕地集约利用时空特征及其变化规律研究:以新疆为例[J]. 干旱区资源与环境,2012,26(9):114-118.
- [7] 张友安. 耕地保护须共担责任:以湖北省为例[J]. 中国土地,2012(8):27-28.
- [8] 姚远,李效顺,曲福田,等. 中国经济增长与耕地资源变化计量分析[J]. 农业工程学报,2012,28(14):209-214.
- [9] 李团胜,张艳,闫颖,等. 基于农用地分等成果的陕西周至县耕地粮食生产能力测算[J]. 农业工程学报,2012,28(15):193-198.
- [10] 赵志刚,梁栋栋,李霖. 宁波市耕地占补时空演变研究[J]. 华中师范大学学报:自然科学版,2012,46(3):368-378.
- [11] 赵雲泰,黄贤金,钟太洋,等. 土地督察制度实施对耕地占补数量平衡效果评估[J]. 农业工程学报,2012,28(25):1-7.
- [12] 王贞超,李满春,李飞雪. 基于锡尔指数的区域土地利用时空分布特征:以常州市为例[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(8):951-957.
- [13] 郎海鸥,王文杰,王维. 基于土地利用变化的小江流域非点源污染特征[J]. 环境科学研究,2010,23(9):1158-1166.
- [14] 周启刚,周万村,张宝雷,等. 基于 RS 和 GIS 三江并流区土地利用/覆被现状格局研究[J]. 水土保持研究,2006,13(6):156-162.
- [15] 张佩芳,许建初. 云南境内澜沧江流域土地利用时空变化特征及动因分析[J]. 地球科学进展,2003,18(6):947-953.
- [16] 郭晓东,马利邦,张启媛. 基于 GIS 的秦安县乡村聚落空间演变特征及其驱动机制研究[J]. 经济地理,2012,32(7):56-62.
- [17] 林琿,江吉喜,杨育彬. 青藏高原中尺度对流系统的时空演变特征及规律[J]. 武汉大学学报:信息科学版,2006,31(7):576-581.
- [18] 李景保,胡巍,尹辉,等. 1950—2009 年洞庭湖流域农业水灾演变特征及分异规律[J]. 自然资源学报,2011,26(9):1496-1505.
- [19] 陈丹,周启刚,黄永安,等. 基于 RS 和 GIS 的三峡库区景观格局分析:以万州区为例[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版,2012,29(1):69-75.
- [20] 周启刚,张叶. 基于 RS 和 GIS 的成都市郊区景观格局分析[J]. 土壤,2007,39(5):813-818.
- [21] 范科红,李阳兵. 1986—2007 年重庆主城区土地利用变化及其驱动因素研究[J]. 水土保持研究,2012,19(1):168-173.
- [22] 周文佐. 近 10a 黄河三角洲 LUCC 及其驱动因素分析[J]. 农业工程学报,2010,26(1):341-345.
- [23] 孙玉杰,徐惠,黎德松,等. 高淳县土地利用变化驱动因素分析与预测[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2011,42(4):527-532.
- [24] 马泽忠,张海珍. 重庆三峡库区水蚀荒漠化危险程度评价[J]. 三峡环境与生态,2012,34(3):37-40.
- [25] 王长生,宋玉祥. 重庆市城乡统筹发展测度[J]. 探索,2012,(2):140-144.
- [26] 董祚继,谢海霞,徐小黎. 先完善试点再有序推进:重庆市开展地票交易试点工作的情况及思考[J]. 中国土地,2010,(9):8-11.
- [27] 尚勇敏,何多兴,杨雯婷,等. 成渝城市土地利用综合效益评价[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2011,36(4):223-229.
- [28] 鲍文. 气象灾害对我国西南地区农业的影响及适应性对策研究[J]. 农业现代化研究,2011,32(1):59-63.
- [29] 李旭,马惠兰. 基于 MATLAB 主成分分析的北京市耕地面积变化影响因素研究[J]. 天津农业科学,2011,17(6):70-74.
- [30] 余艳红. 景观格局指数在生态环境影响评价中的应用:以丽江至香格里拉铁路生态影响评价为例[J]. 云南环境科学导刊,2010,29(2):82-108.
- [31] 沈陈华. 丹阳市农村居民点空间分布尺度特征及影响因素分析[J]. 农业工程学报,2012,28(22):261-268.
- [32] 陈楠,杨武年,李娟. 巴中市丘陵山区土地利用在地形梯度上的分布特征[J]. 水土保持通报,2012,32(1):185-188.
- [33] TD/T1014-2007. 第二次全国土地调查技术规程[S]. 中华人民共和国国土资源部,2007.