

四川省耕地后备资源空间分布特征及其影响因素

谭旭, 周松, 杨霄翼

(国家测绘地理信息局 第三地理信息制图院, 四川 成都 610100)

[摘要] 为四川省耕地后备资源的开发利用提供决策依据, 结合耕地后备资源调查评价工作, 以县域为研究单元, 利用统计方法和地理探测器模型分析四川省耕地后备资源的空间分布特征及其影响因素。结果表明: 四川省耕地后备资源中可开垦土地占 96.89%, 其中, 其他草地占 76.39%, 裸地占 12.87%; 可复垦土地仅占 3.11%。耕地后备资源数量的空间分布差异明显, 多集中分布于川南地区, 川东和川西分布较少; 可开垦土地资源空间分布与耕地后备资源基本一致, 可复垦土地多分布于四川盆地。海拔高程、平整系数、地貌类型、耕地面积及城镇化率等因素是四川省耕地后备资源空间分布的主要影响因素, 自然因素占主导地位。

[关键词] 耕地后备资源; 空间分布; 影响因素; 地理探测器; 四川

[中图分类号] S159.2

[文献标识码] A

Spatial Distribution Characteristics and Its Influential Factors of Cultivated Land Reserve Resource in Sichuan Province

TAN Xu, ZHOU Song, YANG Xiaoyi

(The Third Geoinformation Mapping Institute, National Administration of Surveying, Mapping and Geoinformation, Chengdu, Sichuan 610100, China)

Abstract: To provide decision-making basis for Sichuan Province to formulate policies for the development and utilization of reserve resources, the spatial distribution characteristics and its influential factors of cultivated land reserve resource in Sichuan Province are analyzed by using statistical method of cultivated land and geography detector model which is also based on the investigation and evaluation of cultivated land reserve resources in Sichuan Province and the unit of study is the county. The results showed that: Reclaimable land accounts for 96.89% of reserve resources of cultivated land, other grassland that can be reclaimed accounts for 76.39%, followed by bare land (12.87%) and reclaimed land (3.11%). The spatial distribution of cultivated land reserve resources is very different. The southern Sichuan area is mainly concentrated, while the eastern Sichuan and western Sichuan are much less distributed. The spatial distribution of land resources that can be reclaimed is basically the same as the cultivated land reserve resources, of which the land that can be reclaimed is mostly distributed in the Sichuan Basin. The factors of altitude elevation, leveling coefficient, landform types and cultivated land area and urbanization rate are the main influencing factors of the spatial distribution of cultivated land reserve resources in Sichuan Province. The dominance is the natural factor.

Key words: cultivated land reserve resources; spatial distribution; influential factors; geographic detector; Sichuan

随着新型城镇化、工业化进程的加速推进, 建设用地占用耕地的现象仍将存在, 耕地后备资源开发在一定时期内仍将是我国维持耕地总量动态平衡, 保障粮食安全的重要手段。耕地后备资源是指经过一定措施可变为耕地的未利用地及损毁废弃地, 包括可开垦地和可复垦地。可开垦土地包括其他草地、滩涂、盐碱地、沼泽地、沙地和裸地, 可复垦土地包括采矿用地和历史遗留的采矿用地。

目前, 我国已开展了大量有关耕地后备资源方面的研究。肖林林等^[1-5] 分别从耕地后备资源调查与评价、开发利用及时空变化等多个角度进行了研究。关于耕地后备资源的空间特征及影响因素方面

的研究也已有文献报道。王娟等^[6] 以黑龙江省土地调查数据为基础, 构建三江平原耕地后备资源评价指标体系并进行评价, 对其数量、结构及空间分布特征进行对比分析。任亚等^[7] 通过基尼系数、集中化指数和组合系数等方法研究江苏省耕地后备资源空间分布。阚博颖等^[8] 采用空间数据探索分析 (ES-DA) 等方法, 揭示了我国耕地后备资源各地类空间集聚特征及其影响因素。任临君等^[9] 采用重心模型及标准差椭圆等空间统计方法揭示了长江中下游地区耕地后备资源的分布变化特征及其影响因素。研究耕地后备资源的空间分布特征, 揭示其内在影响因素, 可为耕地后备资源的开发利用政策提供参考。

[收稿日期] 2018-03-10

[作者简介] 谭旭(1991—), 男, 工程师, 硕士, 从事土地利用规划与测绘技术研究。E-mail: 544280528@qq.com

但从已有的文献报道可见,研究多集中于对耕地后备资源评价和开发利用,且研究区域多以全国尺度、长江中下游及东北粮食主产区等区域为主,对于西南地区尚未有深入研究;同时,对于影响因素多为定性描述,缺少定量的论证。鉴于此,笔者以四川省耕地后备资源评价成果数据为基础,采用地统计中的空间均值和标准距离模型分析耕地后备资源的空间分布特征,并借助地理探测器模型定量分析影响四川省耕地后备资源空间特征的影响因素,旨在为全省耕地后备资源开发利用提供决策依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

四川全省行政区域面积 48.6 万 km²,辖 21 个市(州),183 个县(市、区),是中国的资源、人口、经济大省,是国家“一带一路”和“长江经济带”战略的重要交汇点。境内地势西高东低,包括高原、山地、丘陵和平原多种地貌类型;气候类型复杂多样,区域差异大^[10]。涉及四川盆地、云贵高原区、青藏高原区和横断山区等 4 个耕地后备资源一级区。

1.2 数据来源

该研究耕地后备资源数据来源于四川省第二轮耕地后备资源评价统计数据库,因数据保密需要,对原始数据进行了转换;地形和土地资源数据来自四川省第一次地理国情普查成果;人口和经济数据来源于 2015 年《四川省统计年鉴》《中国县域经济统计年鉴》;降水和温度数据来源于 2003—2015 年《四川省统计年鉴》。

1.3 研究方法

1.3.1 四川省耕地后备资源的空间分布特征分析 利用 ArcGIS10.1 平台建立四川省耕地后备资源数据库,采用自然间断点分级法(Jenks)分别对四川省县域耕地后备资源、可开垦土地资源及可复垦土地资源进行分类分级,体现各级数量的地域差异。根据四川省耕地后备资源调查评价数据,将各区县耕地后备资源面积视为权重,采用空间均值模型计算四川省耕地后备资源的空间均值及可开垦土地和可复垦土地资源的空间均值。采用标准距离模型计算可开垦土地和可复垦土地资源的标准距离,并用 ArcGIS10.1 平台画出可开垦土地和可复垦土地标准距离圆。

1) 空间均值模型。通过计算 x 坐标均值和 y 坐标均值得出空间均值。将研究区域视为点集,以各点的 x 坐标和 y 坐标乘以权重,可得到各点的加权 x 、 y 坐标值,即加权空间均值。加权空间均值可用于反映耕地后备资源在空间内的集聚情况及位置

变化规律。计算公式如下:

$$(\bar{x}_m, \bar{y}_m) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \omega_i x_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i}, \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i y_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i} \right)$$

式中, $\bar{x}_m$ 和 $\bar{y}_m$ 为加权空间均值的坐标值, ω_i 为 i 点的权重。

2) 标准距离模型。空间统计中的标准距离用于揭示空间集聚程度^[11],类似于经典统计中的标准差,揭示空间中各点相对于平均中心或空间均值的偏离情况。标准距离越大,说明各点在平均中心附近越分散,反之则越集中。在现实中不同的点所反映的相对重要程度不同,可以将各点的属性值作为权重,计算加权标准距离。标准距离可以揭示不同现象的各自位置在各自的空间均值周围的相对分散程度,距离越大说明越分散。以空间均值为圆心,以标准距离为半径画一个圆,可通过不同的圆来对不同点集中各点的一般位置和空间离散情况进行比较分析。标准距离计算公式如下:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \omega_i (x_i - x_{wmc})^2 + \sum_{i=1}^n \omega_i (y_i - y_{wmc})^2}{\sum_{i=1}^n \omega_i}}$$

式中, SD 为加权标准距离; ω_i 为 i 点的权重; x_{wmc} 和 y_{wmc} 为加权空间均值。

1.3.2 四川省耕地后备资源空间分布影响因素分析 目前,已有的研究对耕地后备资源分布的影响因素尚未形成统一的认识,但对土地利用结构影响因素的研究较为丰富,土地利用活动受自然环境、人口、经济因素影响较大。耕地后备资源作为土地利用结构的一种,与上述因素密切相关。该研究选取自然因素(平均高程、平整系数、地貌类型、多年平均降水及多年平均气温等)、土地资源因素(耕地面积、荒漠面积和草地面积等)、社会因素(城镇化率和人口密度)和经济因素(GDP 和一产比重)4 个方面的指标对四川省耕地后备资源分布的影响因素进行分析。首先利用 SPSS 中的 K-means 聚类方法将各指标值进行分类分级,再依据地理探测器模型,通过中科院研发的 GeoDetector 软件计算得到各因素对耕地后备资源空间分布的影响力。地理探测器模型的优势在于既可探测数值型数据,也可探测定性数据,还可探测两因子的交互作用。目前已广泛应用于自然科学、社会科学、环境科学和人类健康等多个方面^[12-13]。该研究将用其探测自然因素、土地资源因素、社会因素和经济因素等对耕地后备资源空间分布的影响。模型如下:

$$P_{s,L} = 1 - \frac{\sum_{m=1}^h N_m \delta_m^2}{N \delta^2}$$

式中, $P_{s,L}$ 为影响因子 S 对耕地后备资源 L 的影响力,其值域为 $[0, 1]$,值越大说明因子对耕地后

备资源影响力越大; δ_m^2 和 δ^2 分别为子区域和全区的耕地后备资源方差; N_m 和 N 分别为子区域和全区的样本个数; h 为分类或分区数,即对影响因子进行分级或分区的个数。

1.3.3 四川省耕地后备资源与影响因素空间匹配分析 将四川省耕地后备资源数量分级与主要影响因素分级进行耦合匹配,采用 ArcGIS10.1 平台通过数据处理得到匹配分析结果。

2 结果与分析

2.1 四川省耕地后备资源现状与空间分布特征

2.1.1 耕地后备资源现状 研究结果表明,四川省耕地后备资源中,以可开垦土地为主,占96.89%。其中,其他草地占比最大,占76.39%;其次是裸地,占12.87%。可复垦土地仅占3.11%,几乎全部为可复垦采矿用地。

2.1.2 空间分布特征 由图1看出,四川省耕地后备资源数量空间分布差异较大,川东、川西和川北大部分区域耕地后备资源数量较少,川西南地区数

量较多,集中于凉山州和攀枝花市,以会理县最多。四川省可开垦土地资源的空间分布与耕地后备资源空间分布基本一致,川东地区稍有差异。可复垦土地资源多分布于川东地区,川中、川西南部分地区分布较多,川西地区分布普遍较低。

由空间均值模型计算得出四川省耕地后备资源的空间均值〔即坐标值(x, y),下同〕为(103.04, 28.55),位于凉山彝族自治州美姑县;可开垦土地和可复垦土地资源的空间均值分别为(102.99, 28.49)和(104.45, 30.09),分别位于美姑县和仁寿县(图2)。采用标准距离模型计算得到可开垦土地和可复垦土地资源的标准距离分别为2.32和2.15。从图2可见,耕地后备资源和可开垦土地资源集中于四川西南部,可复垦土地集中于四川东部。对比可开垦土地和可复垦土地的标准距离圆,可复垦土地资源标准距离较小,说明,可复垦土地资源分布更集中。耕地后备资源空间分布由可开垦土地资源数量决定,可复垦土地资源数量较少,对耕地后备资源数量影响较少。

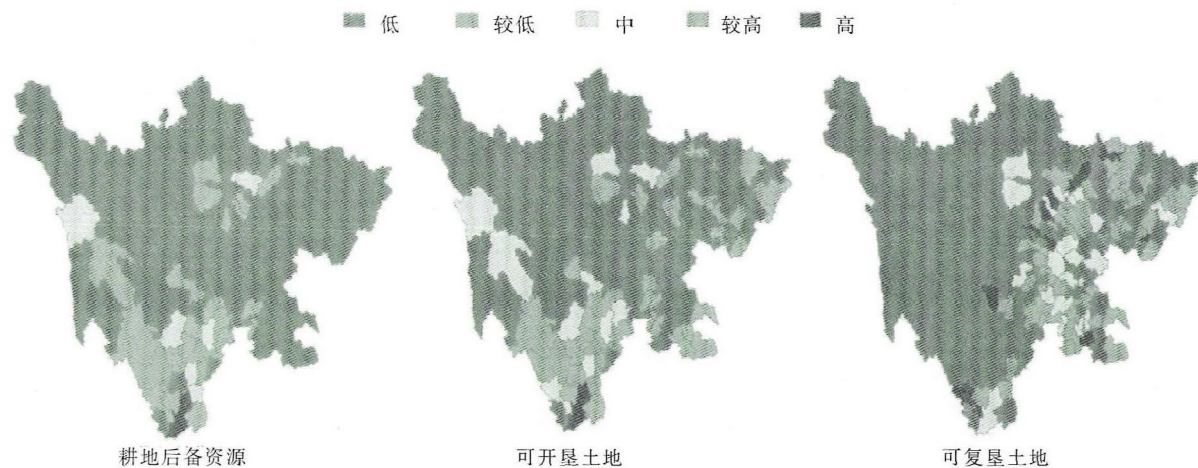


图1 四川省耕地后备资源不同等级的空间分布

Fig. 1 Classification map of cultivated land reserve resources in Sichuan

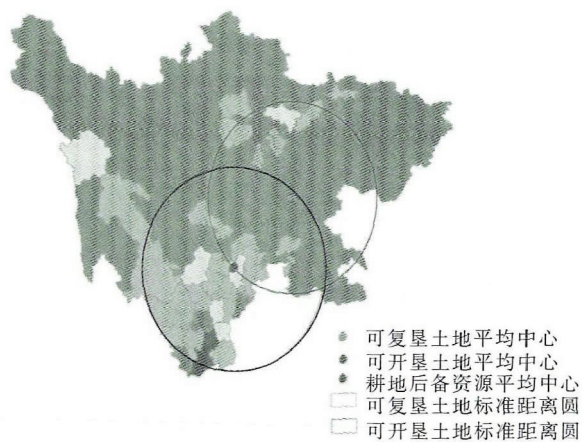


图2 四川省耕地后备资源的空间均值与标准距离圆

Fig. 2 Spatial mean and standard distance circle of cultivated land reserve resources in Sichuan

2.2 四川省耕地后备资源空间分布影响因素

从表1可以看出,海拔高程、平整系数、地貌类型、耕地面积及城镇化率等因素是四川省耕地后备资源空间分布的主要影响因素,其贡献率分别为39.27%、12.42%、9.27%、7.78%和6.92%。其中,自然因素中海拔高程占支配地位,平整系数和地貌类型的影响较大,降水和气温影响力相对较小,其贡献率分别为5.37%和4.78%。土地资源因素中耕地面积影响较大,其贡献率为7.78%;草地面积和荒漠面积影响很小,其贡献率分别为0.68%和1.02%。社会因素(人口密度、城镇化水平)和经济因素(GDP、一产比重)对耕地后备资源的影响相对较小。表明,自然因素是耕地后备资源分布差异的

表 1 四川省县域各影响因素的贡献率及类型

Table 1 Geographic detector and analysis of influential factors in Sichuan County

影响因素	贡献率(%)	所属类型
Influencing factor	Geographic detector contribution rate	Analysis type
平均高程 Mean altitude	39.27	自然因素
平整系数 Smooth coefficient	12.42	自然因素
地貌类型 Geomorphic type	9.27	自然因素
耕地面积 Cultivated land area	7.78	土地资源因素
城镇化率 Urbanization rate	6.92	社会因素
人口密度 Population density	6.85	社会因素
多年平均降水 Perennial mean precipitation	5.37	自然因素
多年平均气温 Perennial mean temperature	4.78	自然因素
一产比重 Primary industry proportion	4.02	经济因素
GDP	1.62	经济因素
荒漠面积 Desert area	1.02	土地资源因素
草地面积 Grassland area	0.68	土地资源因素

主导因素,相对于社会因素和经济因素而言,自然因素和土地资源因素对耕地后备资源的影响力较强。

2.3 四川省耕地后备资源与影响因素的空间匹配

由图 3 看出,耕地后备资源多分布于中海拔地区,高海拔和低海拔地区分布较少。低海拔地区集中在四川东部,该地区城镇化水平和经济社会发展水平较高,土地开发利用强度大,因而耕地后备资源数量较少。高海拔地区集中于四川西部,海拔高程影响气候条件,地貌类型影响光热资源的重新分配,二者对农作物生长有至关重要的作用,导致未利用地资源较多的川西地区呈现季节性缺水 and 季节性热量资源不足。

耕地后备资源在中度平整地区分布较多,在平整系数高的地区反而较低。平整系数影响耕作条件,地形复杂地区不利于耕作,地形平坦区域耕作条

件成熟,土地利用程度高,开发利用的耕地后备资源反而较少。耕地后备资源在平原区、丘陵区 and 高原区分布均较少,在山区分布不均匀;耕地后备资源在耕地资源多的地区分布较少,四川盆地耕地面积较大,该地区自然条件优越,人口、经济、城镇密集,产业基础雄厚,土地利用程度高,未利用地较少;川西地区未利用地特别是草地资源较多,但受生态环境、水热条件、土壤质地和交通区位的影响,适宜开发为耕地的土地资源较少。耕地后备资源在城镇化水平较高和较低地区的数量均较低,大部分区县城镇化水平和耕地后备资源均较低。原因是城镇化率高的地方土地开发程度高,未利用地较少;城镇化水平低的地方,自然环境恶劣,适宜耕作的土地资源少。

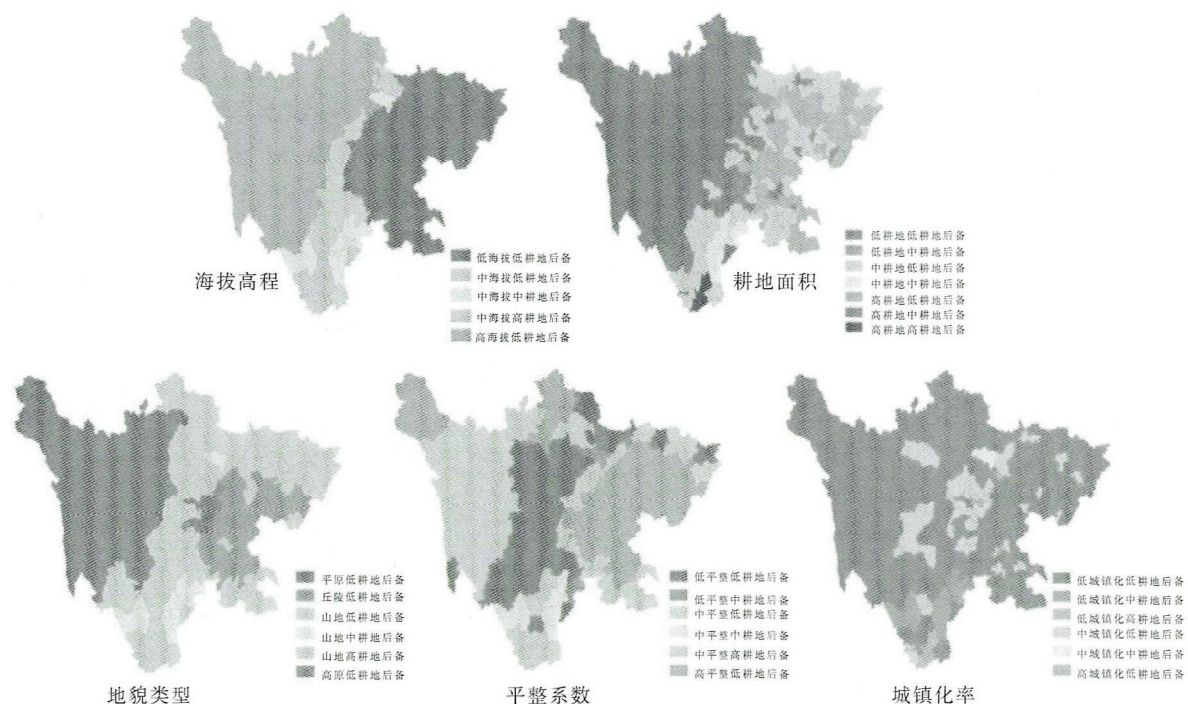


图 3 四川省耕地后备资源与影响因素的空间匹配

Fig. 3 Spatial matching of cultivated land reserve resources with influential factors in Sichuan

3 结论与讨论

四川省耕地后备资源空间分布差异明显,主要集中于川南地区,可开发土地资源分布决定耕地后备资源分布;可复垦土地多集中于四川盆地区;四川省耕地后备资源空间差异的主要影响因素包括海拔高程、平整系数、地貌类型、耕地面积及城镇化率等。自然因素占主导地位,土地资源因素其次,经济和社会因素影响较小。通过地理探测器模型定量分析,确定四川省耕地后备资源空间分布的影响因素,可对开发利用决策提供参考。

结合上述研究结果提出以下建议:1)四川省耕地后备资源开发的重点位于凉山州和攀枝花市安宁河流域,该地光热资源和生物资源优势,但处于干热河谷,季节性雨水不足,应加大干热河谷和沙化、石漠化土地治理力度,同时推进农田水利工程建设,打造现代特色农业和农产品加工基地。2)川西地区受自然环境限制,社会经济发展落后,耕地后备资源不足,不适宜开发,应按照重点生态功能区定位,加强对若尔盖草原湿地和川滇森林及生物多样性生态功能区的保护,稳步推进生态移民和扶贫移民工程。3)川东地区可开发土地资源少,可加大对工矿废弃地的复垦投入力度。

[参 考 文 献]

- [1] 肖林林,杨小唤,陈思旭,等. 江南四省耕地后备资源调查与评价[J]. 资源科学,2015,37(10):2030-2038.
- [2] 王亚坤,周生路,张红富,等. 江苏省域耕地后备资源潜力空间分布与开发组合研究[J]. 土壤,2010,4(23):492-496.

(上接第 85 页)

- [4] 刘 方,王世杰,刘元生,等. 喀斯特石漠化过程土壤质量变化及生态环境影响评价[J]. 生态学报,2005(3):639-644.
- [5] 冯 莹,孟广涛,俞亭如,等. 官麦地小流域径流场产流产沙特征[J]. 中国水土保持,2015(9):42-45.
- [6] 柏 勇,杜 静,杨婷婷,等. 对石漠化地区不同水土保持措施的生态服务功能评价——以沾益县官麦地小流域为例[J]. 山东农业科学,2017,49(8):89-93.
- [7] 孟广涛. 云南省水土流失治理及水土保持效益研究[J]. 中国水土保持,2011(2):34-36.
- [8] 李 昂,王云琦,张会兰,等. 广西石漠化地区水土保持效应评价指标体系研究[J]. 北京林业大学学报,2016,38(11):67-78.
- [9] 颜 萍. 喀斯特石漠化治理的水土保持模式与效益监测评价[D]. 贵阳:贵州师范大学,2016.
- [10] 王 琦,杨勤科. 区域水土保持效益评价指标体系及评价方法研究[J]. 水土保持研究,2010(2):

- [3] 杨永侠,施彦如,孙 婷,等. 基于空间聚类的西藏耕地后备资源开发组合模型[J]. 农业机械学报,2016,47(4):239-247.
- [4] 易 玲,张增祥,汪 潇,等. 近 30 年中国主要耕地后备资源的时空变化[J]. 农业工程学报,2013,29(6):1-12.
- [5] 周 浩,雷国平,杨雪昕,等. 基于两维图论的县域尺度耕地后备资源利用分区研究[J]. 农业机械学报,2017,48(6):116-124.
- [6] 王 娟,于凤荣,孙晓兵,等. 三江平原耕地后备资源评价及空间特征分析[J]. 现代化农业,2016(5):59-62.
- [7] 任 亚,方 斌. 江苏省耕地后备资源空间分布特征[J]. 南京师大学报(自然科学版),2017,40(1):120-126.
- [8] 阚博颖,方 斌,许 实. 基于 ESDA 的我国耕地后备资源集聚特征的比较研究[J]. 南京师大学报(自然科学版),2017,40(1):112-119.
- [9] 任君临,方 斌,许 实. 长江中下游地区耕地后备资源空间分布及影响因素研究[J]. 中国土地科学,2016,30(5):71-79.
- [10] 温明炬,唐程杰. 中国耕地后备资源[M]. 北京:中国大地出版社,2005.
- [11] 张学良. ArcViewGIS 与 ArcGIS 地理信息统计分析[M]. 北京:中国财政经济出版社,2008.
- [12] 王劲峰,徐成东. 地理探测器:原理与展望[J]. 地理学报,2017,72(1):116-134.
- [13] 魏凤娟,李江风,刘艳中. 湖北县域土地整治新增耕地的时空特征及其影响因素分析[J]. 农业工程学报,2014,30(14):267-275.

(责任编辑:王 海)



- 32-36,40.
- [11] 肖辉杰,魏自刚,王 庆,等. 北京山区小流域生态经济效益评价——以雁栖河小流域为例[J]. 应用生态学报,2012,23(12):3479-3487.
- [12] 李瑞玲,王世杰,熊康宁,等. 喀斯特石漠化评价指标体系探讨——以贵州省为例[J]. 热带地理,2004,24(2):145-149.
- [13] 尹 辉,蒋忠诚,罗为群,等. 西南岩溶区水土流失与石漠化动态评价研究[J]. 水土保持研究,2011,18(1):66-70.
- [14] 张秋玲,李保莲,李东敏,等. 基于层次分析法的矿区待复垦土地适宜性评价[J]. 贵州农业科学,2009,37(5):102-104.

(责任编辑:姜 萍)