

南昌市“三线冲突”空间特征和影响因素

许 巾^{1,2}, 罗志军^{1,2}, 冯晓菁^{1,2}, 刘洋洋³

(1.江西农业大学 国土资源与环境学院, 南昌 330045; 2.江西省鄱阳湖流域农业资源与生态重点实验室, 南昌 330045; 3.赣州市自然资源局, 江西 赣州 341000)

摘 要:为统筹国土空间管制和合理利用自然资源提供参考依据,以南昌市为例,首先通过“三线冲突”强度指数识别“三线冲突”的类型和强度差异,并采用空间自相关分析法分析“三线冲突”的空间特征;最后通过双变量相关分析和多元线性回归分析建立回归模型,探究“三线冲突”强度的影响因素,有助于加深对“多规冲突”的理解,为实现国土空间优化提供参考。结果表明:(1) 南昌市“城镇—基本农田”、“城镇—生态”、“生态—基本农田”、“城镇—生态—基本农田”冲突的面积分别为 7.391 km²、5.842 km²、149.939 km²、0.111 km²,强度指数分别为 0.001、0.000 8、0.021、0.000 02;(2) “城镇—基本农田”、“城镇—生态”、“生态—基本农田”冲突在空间上有明显的集聚性特征,冲突的热点区域大多分布在安义县中北部、进贤县中部、南昌县北部及新建区中北部,冷点区域大多分布在湾里区及进贤县东部;(3) 高程、坡度、居民点密度、人口、城镇化率、距离市中心的距离和距离主要公路的距离对于各类冲突的强度指数都有一定的影响。研究结果可为今后协调优化“三线”布局,科学合理配置国土资源提供借鉴。

关键词:三线冲突; 空间特征; 影响因素; 南昌市

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2021)05-0368-07

Spatial Characteristics and Influencing Factors of ‘Three Line Conflict’ in Nanchang

XU Jin^{1,2}, LUO Zhijun^{1,2}, FENG Xiaojing^{1,2}, LIU Yangyang³

(1.College of Land Resources and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2.Jiangxi Provincial Key Laboratory of Poyang Lake Basin Agricultural Resources and Ecology, Nanchang 330045, China; 3.Ganzhou Natural Resources Bureau, Ganzhou, Jiangxi 341000, China)

Abstract:In order to provide reference for the overall planning of land space control and the rational use of natural resources, taking Nanchang City as an example, we first identified the types and intensity differences of ‘three line conflict’ through the intensity index of ‘three line conflict’, studied the spatial characteristics of ‘three line conflict’ by using the spatial autocorrelation analysis method, and established regression model through bivariate correlation analysis and multiple linear regression analysis to explore the influencing factors of ‘three line conflict’, which is helpful to deepen the understanding of ‘multi-dimensional conflict’ and provide reference for the realization of land space optimization. The results show that: (1) the conflict areas of ‘town-basic farmland’, ‘town-ecology’, ‘ecology-basic farmland’ and ‘town-ecology-basic farmland’ in Nanchang are 7.391 km², 5.842 km², 149.939 km² and 0.111 km², respectively, the intensity indexes are 0.001, 0.000 8, 0.021 and 0.000 02, respectively; (2) ‘town-basic farmland’, ‘town-ecology’ and ‘ecology-basic farmland’ conflicts have obvious spatial aggregation; most of the hot spots of the conflict are located in the north central Anyi County, the middle Jinxian County, the North Nanchang County and the north central Xinxian County, and most of the cold spots are located in Wanli District and the East Jinxian County; (3) slope, residential density, population, urbanization rate, distance from the city center and distance from the main roads all have some influences on the intensity indexes of various conflicts. The results can be used

收稿日期:2020-09-09

修回日期:2020-10-10

资助项目:国家自然科学基金项目(41961042);教育部人文社会科学研究规划资助项目(19YJAZH061);江西省高校人文社科项目(GL18128);江西省教育厅科技项目(GJJ180193)

第一作者:许巾(1996—),女,山西高平人,硕士研究生,主要从事土地管理方面研究。E-mail:564482064@qq.com

通信作者:罗志军(1976—),男,江西新余人,教授,博士,主要从事土地管理和3S应用方面研究。E-mail:luozj10@163.com

as reference for the future coordination and optimization of the ‘three line’ layout and scientific and reasonable allocation of land resources.

Keywords: three line conflict; spatial characteristics; influence factor; Nanchang City

随着我国城镇化和工业化的迅速推进,城市不断扩张,占用了大量的耕地资源,压缩了农业空间,同时对生态环境也造成了不可逆转的破坏,导致城镇发展、农业生产和生态保护之间存在不协调,不利于区域可持续发展^[1-2]。同时,由于我国人多地少、耕地资源分布不均匀,质量不一的国情,导致资源配置不合理,人地矛盾日益尖锐。由相关规划部门主导划定的城镇开发边界、生态保护红线和永久基本农田保护红线(“三线”)是生态文明建设背景下,健全国土空间用途管制制度,促进可持续发展的重要举措^[3]。然而在实际工作中,由于“三线”分头划定,在划定标准、技术要求和管理规定上的统筹协调不足^[4],出现了空间交叉、难落地的情况,导致难以避免的“三线冲突”,不利于后续的管理和监控。

目前,学术界对于“三线冲突”的研究主要集中于两线冲突的识别及布局优化,如叶英聪等^[5]对江西省鹰潭市的城镇空间和农业生产布局进行协调优化,为保护耕地资源和优先保障城市发展提供借鉴;赵燕如等^[6]通过研究南昌市城镇扩张类型及生态景观变化类型的联系,为城市的有序发展及生态环境的保护提供参考;侯现慧等^[7]分析了福建省永安市耕地和生态空间的相互关系,提出了兼顾生态环境保护和耕地资源保护的基本农田布局方法;谢文轩等^[8]研究了北京市城市扩张对生态系统服务的影响;林国强等^[9]为了分析城市化对生态环境的影响,预测了流域尺度上的土地利用变化。这些研究为区域资源的统筹协调与配置提供了理论和方法基础,但涉及“三线冲突”空间分布、影响因素、发生机制等方面的综合研究较少,给新一轮的国土空间规划带来了巨大的挑战。因此,深入开展“三线冲突”的空间分布特征及影响因素研究,将有利于自然资源的合理开发与保护,促进生态文明建设及可持续发展^[10-11]。

“三线冲突”是多因素作用的结果,双变量相关分析可以揭示两个变量之间的线性相关关系。为此,本文以南昌市为例,首先通过“三线冲突”强度指数分析“三线冲突”的强度,并利用空间自相关分析法来研究“三线冲突”的空间分布特征及热点区域;然后利用双变量相关分析和多元线性回归分析建立回归模型,探讨“三线冲突”强度的影响因素,以期为自然资源合理利用、生态文明建设和区域可持续发展提供借鉴。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

南昌市是江西省的省会、鄱阳湖生态经济区的核心城市,曾被国务院命名为全国历史文化名城之一,地处江西省中北部,位于 115°27′—116°35′E, 28°10′—29°11′N。境内山脉、丘陵、平原相间分布,西北部丘陵起伏,东南则相对平坦,水网密布,湖泊数量多,水系发达。气候为亚热带湿润季风性气候,湿润温和,日照充足,热量丰富、雨量充沛的气候特点使得农作物的生长期水热状况良好,有利于农业生产,因此被誉为“鱼米之乡”。全市下辖 6 个区(东湖区、西湖区、青云谱区、湾里区、青山湖区、新建区),3 个县(南昌县、进贤县、安义县),3 个国家级开发区(南昌高新技术产业开发区、南昌经济技术开发区和南昌小蓝经济技术开发区)和红谷滩新区、临空经济区、综合保税区。截至 2019 年末,南昌市总人口约 555 万,土地面积约 7 402.36 km², 占全省总面积的 4.4%。

近年来,南昌市的经济贯彻稳中求进的发展理念,经济结构在不断优化,三大产业协调发展,质量也得到了很大的提升。然而,经济发展和产业结构调整的同时,也涌现出了一系列用地问题,如快速城镇化致使城镇无序扩张、耕地资源被占用、后备耕地资源不足、生态环境破坏严重等,导致生态、生活、生产空间的资源配置不协调和不合理。因此,在国土空间规划的背景下,有效识别“三线冲突”,缓解“三生”空间之间的矛盾,科学划定“三线”,强化底线约束,就显得至关重要^[12-13]。

1.2 数据来源

本研究采用的数据主要包括南昌市的基础地理数据、“三线”数据、人口与城镇化率等社会经济数据。其中,基础地理数据来自南昌市 2018 年土地利用变更调查数据和地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn>);永久基本农田保护红线、生态保护红线、城镇开发边界的“三线”数据分别来自《土地利用总体规划(2006—2020 年)》和《生态保护红线区划》中划定的永久基本农田区、城镇允许建设区和生态保护红线;人口、城镇化率等数据来自《南昌市统计年鉴(2018—2019 年)》和《国民经济和社会发展公报(2018—2019 年)》。将所有数据转换到统一坐标系下,并划分为 30 m×30 m 的格网,通过 ArcGIS 10.2

软件,对“三线”数据进行空间叠加分析,提取“三线”重叠图斑。

2 研究方法

2.1 “三线冲突”强度分析

为了表达“三线冲突”的剧烈程度,本文引用“三线冲突”强度指数^[4](Three Line Conflict Index, TLCD),即用“三线冲突”的面积除以区域总面积,具体公式如下:

$$TLCL = S / S_{\text{总}} \quad (1)$$

其中: S 为“三线冲突”的面积; $S_{\text{总}}$ 为区域总面积。

本文将对“三线”冲突的 4 种类型进行分析:城镇开发边界—永久基本农田保护红线冲突(以下简称“城镇—基本农田”冲突)、城镇开发边界—生态保护红线冲突(以下简称为“城镇—生态”冲突)、生态保护红线—永久基本农田保护红线冲突(以下简称为“生态—基本农田”冲突)、城镇开发边界—生态保护红线—永久基本农田保护红线冲突(以下简称“城镇—生态—基本农田”冲突)。

2.2 “三线冲突”空间自相关分析

为了分析“三线冲突”的集聚程度,本文选择空间自相关分析法^[14]。采用 Moran's I 指数描述“三线冲突”的强度指数在区域内的整体分布状况,并判断“三线冲突”是否存在集聚特性,反映相邻区域的“三线冲突”强度指数之间的相互关系程度,Moran's I 指数的计算公式如下:

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

式中: n 代表样本的数量; ω_{ij} 表示空间位置 i 和 j 的相对重要性; x_i 和 x_j 表示空间位置 i 和 j 的样本值; \bar{x} 表示 x 的平均值。

对 Moran's I 进行显著性检验:

$$Z = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}} \quad (3)$$

式中: $E(I)$ 表示样本间自相关性的期望值; $\text{var}(I)$ 代表方差。

I 的值介于 $-1 \sim 1$, 当 $I = 1$ 的时候表示空间自相关性为正且极强, $I = -1$ 的时候空间自相关性为负且极强;当 $I > 0$ 的时候表示要素在区域内集聚, $I < 0$ 的时候表示要素在区域内分散;当 I 无限接近于 0 的时候表示不存在空间自相关性,且要素在区域内呈零散随机分布。

采用 Getis-Ord G_i^* 指数描述“三线冲突”集聚的具体区域,探寻“三线冲突”的热点区域和冷点区域,

其具体公式如下:

$$G_i^* = \frac{\sum_j^n \omega_{ij}(d) x_j}{\sum_j^n x_j} \quad (4)$$

对 G_i^* 进行标准化:

$$Z(G_i^*) = \frac{G_i^* - E(G_i^*)}{\sqrt{\text{var}(G_i^*)}} \quad (5)$$

式中: $E(G_i^*)$ 和 $\text{var}(G_i^*)$ 分别为 G_i^* 数学期望和方差; ω_{ij} 为空间权重^[4]。

当 Getis-Ord G_i^* 值大于数学期望,并且通过了显著性检验,证明存在热点区域;当 Getis-Ord G_i^* 值小于数学期望,并且通过了显著性检验,证明存在冷点区域。

2.3 “三线冲突”强度影响因素分析

“三线冲突”是一个复杂的综合过程,受到自然环境、地理区位、社会经济等众多因素的影响。基于全面性、代表性和数据可获取性的考虑,根据南昌市的实际情况,并参考相关研究的基础上^[15],从自然环境、地理区位、社会经济 3 个方面,选取高程、坡度、居民点密度、距离市中心距离、距离主要公路距离、人口、城镇化率等 7 项指标,探讨“三线冲突”强度的影响因素。自然环境方面选取高程(X_1)、坡度(X_2)、居民点密度(X_3)作为二级指标,因为高程高、坡度陡的地区,城镇发展缓慢甚至发展受限,进行农业生产的成本较高,生态环境的稳定性也较差,而居民点密度高的地区农业生产和城镇建设需求较大,人们生活对生态环境的影响也较大;地理区位方面选取距离市中心的距离(X_4)、距离主要公路的距离(X_5)作为二级指标,因为这两项指标会直接影响土地利用布局;社会经济方面选取人口数量(X_6)、城镇化率(X_7)作为二级指标,因为人口聚集、城镇化率高的地区,经济发展水平高,城镇扩张对土地的需求较大。通过对 3 个方面的 7 项指标进行双变量相关分析,研究各指标与 3 类冲突强度指数是否存在线性相关,在此基础上建立多元线性回归模型,探讨“三线冲突”强度的影响因素和作用机制。

双变量相关分析中,本文选取 Pearson 相关系数主要用于研究两个正态连续变量之间的线性关系。相关系数 r 的计算公式如下:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (6)$$

式中: x_i 和 Y_i 代表两个变量; \bar{x} 和 \bar{Y} 分别代表 x 和 Y 两个变量的平均值; n 代表样本的数量。

相关系数 r 的值介于 $-1 \sim 1$, r 越接近于 -1 或 1 , 相关性越强; r 越接近于 0 , 相关性越弱; r 的绝对值越大, 相关性也越强。

多元线性回归模型建立:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7 + \mu$$

式中: $x_i (i = 1, 2, \dots, 7)$ 表示选取的影响因素变量; $\beta_i (i = 1, 2, \dots, 7)$ 为相应的系数; μ 表示随机误差项。

3 结果与分析

3.1 “三线冲突”空间分布特征

首先利用 ArcGIS 10.2 软件, 分别提取城镇开发边界^[16]、生态保护红线和永久基本农田保护红线分布范围; 然后对南昌市的“三线”进行叠加分析, 获取了“城镇—基本农田”、“城镇—生态”、“生态—基本农田”、“城镇—生态—基本农田”冲突的图斑。通过对“三线冲突”的面积进行统计(表 1), 南昌市的“三线冲突”以“生态—基本农田”冲突为主, 共 4 243 个图斑, 面积为 149.939 km², 占全市总面积的 2.08%, “生态—基本农田”冲突的强度指数(TLCL)为 0.021;

表 1 南昌市各县区“三线冲突”面积及“三线冲突”强度指数统计

区域	总面积/ km ²	城镇—基本农田		城镇—生态		生态—基本农田		城镇—生态—基本农田		平均 TLCL
		面积/km ²	TLCL	面积/km ²	TLCL	面积/km ²	TLCL	面积/km ²	TLCL	
进贤县	1946.567	3.071	0.002	1.649	0.001	40.759	0.021	0.018	0.000	0.006
西湖区	35.302	0.000	0.000	0.374	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
青山湖区	240.710	0.024	0.000	0.426	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
青云谱区	36.882	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
湾里区	247.103	0.000	0.000	0.450	0.002	11.233	0.045	0.000	0.000	0.012
安义县	660.451	3.504	0.005	0.003	0.000	10.618	0.016	0.000	0.000	0.005
南昌县	1811.087	0.352	0.000	0.899	0.000	40.620	0.022	0.035	0.000	0.006
东湖区	57.905	0.000	0.000	0.459	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
新建区	2160.358	0.439	0.000	2.730	0.001	46.709	0.022	0.058	0.000	0.006

注: TLCL 表示“三线冲突”强度指数(Three Line Conflict Index, TLCL)。

3.2 “三线冲突”空间集聚特征

为了揭示南昌市“三线冲突”的空间集聚特征, 本文利用 GeoDa 软件和 ArcGIS 10.2 软件, 对“三线冲突”的强度指数与其邻域之间进行空间关联特征分析^[17-19]。接下来在工具栏 space 中进行全局空间自相关分析和局部空间自相关分析, 由于“城镇—生态—基本农田”冲突图斑面积太小, 将不对其进行分析。“三线冲突”强度指数全局空间自相关分析的结果, 见表 2。由表 2 可知, “城镇—基本农田”、“城镇—生态”、“生态—基本农田”3 类冲突的强度指数的 Moran's I 指数分别为 0.242, 0.574, 0.322, 且均通过了 $p < 0.01$ 的显著性检验, 说明 3 类冲突在空间上存在正相关性, 有空间集聚的特征。

“城镇—基本农田”冲突共 150 个图斑, 面积为 7.391 km², 占全市总面积的 0.1%, “城镇—基本农田”冲突的强度指数为 0.001; “城镇—生态”冲突共 47 个图斑, 面积为 5.842 km², 占全市总面积的 0.08%, “城镇—生态”冲突的强度指数为 0.001。“城镇—生态—基本农田”冲突最小, 共 12 个图斑, 面积为 0.111 km², 占全市总面积的 0.002%。

为了更具体的了解南昌市“三线冲突”的强度指数在空间上的分布情况, 本文分别对南昌市 6 区 3 县的“三线冲突”强度指数(TLCL)进行了计算, 结果见表 1。由表 1 可知, 湾里区的 TLCL 值最高, 为 0.012, 湾里区以“生态—基本农田”冲突为主, 达到了 0.045, “城镇—基本农田”和“城镇—生态—基本农田”冲突指数为零; 除此之外, 新建区、安义县、进贤县、南昌县的 TLCL 值超过了 0.005, 东湖区、西湖区、青山湖区则不足 0.005; 青云谱区“三线冲突”最小。安义县的“城镇—基本农田”冲突最为明显, TLCL 值为 0.005; 西湖区的“城镇—生态”冲突的 TLCL 值最大为 0.011; 新建区的“城镇—生态—基本农田”冲突面积最大, 为 0.058 km²。

表 2 “三线冲突”强度指数全局空间自相关分析结果统计

冲突类型	Moran's I 值	Z 值	p 值
“城镇—基本农田”冲突	0.242	3.929	0.001
“城镇—生态”冲突	0.574	4.586	0.001
“生态—基本农田”冲突	0.322	27.286	0.001

利用 ArcGIS 10.2 软件, 采用其空间统计模块下的热点分析(Getis-Ord G_i^*) 工具进行聚类分析, 以反映南昌市“三线冲突”强度指数在局部空间上的集群格局。“城镇—基本农田”冲突强度指数的局部空间自相关分析中, 热点区域大多分布在安义县中北部及西部, 即研究区西北部边缘, 区位条件较差, 冲突强度指数大; “城镇—生态”冲突中, 热点区域在进贤县中

部和新建区北部,分布较为零散;“生态—基本农田”冲突中,热点区域大多分布在新建区中北部和南昌县北部,即研究区北部平原地区,人口多,冲突强度指数大;冷点区域大多分布在进贤县东部和湾里区大部分地区,分布不均匀。

表 3 “三线冲突”强度指数双变量相关分析结果统计

参数	“城镇—基本农田”冲突	“城镇—生态”冲突	“生态—基本农田”冲突
高程(x_1)	不显著	不显著	0.677 *
坡度(x_2)	不显著	不显著	0.649 *
居民点密度(x_3)	不显著	0.966 **	-0.599 *
距离市中心距离(x_4)	0.948 **	不显著	不显著
距离主要公路距离(x_5)	0.595 *	不显著	不显著
人口(x_6)	不显著	0.603 *	0.750 **
城镇化率(x_7)	不显著	不显著	-0.771 **

注: * 表示 $p<0.05$ 显著相关, ** 表示 $p<0.01$ 极显著相关。

由表 3 可知,“城镇—基本农田”冲突强度指数主要受距离市中心距离和距离主要公路距离等区位因素影响,与距离市中心的距离和距离主要公路的距离呈正相关,即距离市中心和距离主要公路的距离越小,“城镇—基本农田”冲突强度指数越小,反之。因为在距离市中心近且交通通达度好的地区,经济发达,城镇化进程快,用地需求也很大,所以在划定城镇开发边界时,会充分考虑未来人口增长和经济发展对用地的需求,与此同时,城镇周边从事农业生产的人较少,且永久基本农田一般分布在远离城镇的地区,所以城镇开发边界和永久基本农田保护红线不易发生冲突。

“城镇—生态”冲突强度指数主要受居民点密度和人口数量的影响,与居民点密度和人口数量呈正相关,即居民点密度和人口数量越大,“城镇—生态”冲突强度指数越大。因为人口密集的区域一般分布在城镇开发边界内及边缘,而随着城镇化的发展,城镇开发边界的划定需要考虑未来经济发展和人口增长对用地的需求,需要外扩,外扩的同时极易忽略对生态的保护而占用生态用地,导致“城镇—生态”冲突强度指数大。

“生态—基本农田”冲突强度指数与高程、坡度和人口呈正相关,即高程越高,坡度越大,人口越多,“生态—基本农田”冲突强度指数越大;与居民点密度和城镇化率呈负相关,即居民点密度和城镇化率越高,“生态—基本农田”冲突强度指数越低。因为高程高的地区,进行农业生产的成本较高,基本农田抛荒严重,被用作生态用地,而基本农田更适宜布局在水热条件较优的低高程地区,因此高程越高的地区,“生态—基本农田”冲突强度指数越大。基本农田一般分布在地形比较平缓的地区,那里进行农业生产的水

3.3 “三线冲突”强度影响因素分析

3.3.1 “三线冲突”强度指数双变量相关分析 利用 SPSS 22.0 软件对 3 个方面的 7 个指标与 3 类冲突强度指数进行双变量相关分析,以 $p<0.05$ 为标准进行显著性检验,分析结果见表 3。

源、交通、机械化生产的条件都很优异,而生态用地一般划定在山区,因此,坡度越小“生态—基本农田”冲突强度指数就越小,而在坡度大的地区,因不适合进行农业生产,所以会被逐渐退耕还林,占用基本农田,所以坡度越大“生态—基本农田”冲突强度指数就越大。人口越多,从事农业生产的劳动力就相对多,对粮食的需求就较大,同时人口越多,对于生态用地的保护就越弱,生态用地被农业生产用地占用,所以“生态—基本农田”冲突强度指数越大。居民点密度大的地区多分布于城镇,城镇近年来对于生态环境的保护越来越重视,因此划定的生态空间相对较大,而城镇居民大多从事商业、服务业和工业,从事农业生产的人较少,永久基本农田划定就较少,因此生态保护红线和永久基本农田保护红线不易发生冲突。城镇化率高的地区也是如此,城镇化率是指城镇人口占总人口的比重,城镇化率高则证明区域城镇化水平更高,则更不易发生冲突,因此“生态—基本农田”冲突强度指数小。

3.3.2 “三线冲突”强度指数多元线性回归分析

(1) 多元线性回归分析初步结果。本文利用 SPSS 22.0 软件对原始数据进行多元线性回归分析^[20-21],采用向后法逐步回归构建模型,即:依次剔除解释变量,从包含所有解释变量的全模型出发,选择当前模型中对应的 p 值最小的变量,剔除此变量,以保证最终得到的解释变量集是最优的。

在双变量相关分析的基础上,通过多元线性回归分析,得到初步的结果分别见表 4—6 所示。然后,再通过向后法依次剔除解释变量,得到最终回归计算结果见表 7。其中: Y_1 、 Y_2 、 Y_3 分别表示“城镇—基本农田”冲突、“城镇—生态”冲突、“生态—基本农田”冲突的多元线性回归模型。

表 4 “城镇—基本农田”冲突线性回归分析初步结果

Y_1 初步回归计算结果	系数	t	p	R^2	调整后 R^2	F
常量	-0.002	-3.948	0.008	0.899	0.865	26.62
x_4	0.970	5.683	0.001			
x_5	-0.034	-0.201	0.847			

表 5 “城镇—生态”冲突线性回归分析初步结果

Y_2 初步回归计算结果	系数	t	p	R^2	调整后 R^2	F
常量	0.000	-0.145	0.89	0.936	0.915	44.1
x_3	0.972	9.384	0.000			
x_6	0.058	0.561	0.595			

表 6 “生态—基本农田”冲突线性回归分析初步结果

Y_3 初步回归计算结果	系数	t	p	R^2	调整后 R^2	F
常量	-0.032	-1.121	0.344	0.942	0.844	9.671
x_1	-0.567	-1.656	0.196			
x_2	1.300	3.756	0.033			
x_3	-0.082	-0.394	0.720			
x_6	0.539	1.711	0.186			
x_7	-0.525	-1.481	0.235			

表 7 “三线冲突”多元线性回归分析最终结果

回归计算结果		系数	t	p	R^2	调整后 R^2	F	显著性
“城镇—基本农田”冲突模型 Y_1	常量	-0.002	-4.343	0.003	0.898	0.883	61.653	0.000 ^b
	x_4	0.948	7.852	0.000				
“城镇—生态”冲突模型 Y_2	常量	0	0.552	0.598	0.933	0.932	97.418	0.000 ^b
	x_3	0.966	9.87	0				
	常量	-0.066	-4.708	0.003	0.854	0.805	17.53	0.003 ^b
“生态—基本农田”冲突模型 Y_3	x_2	1.246	5.912	0.001				
	x_6	0.889	4.217	0.006				

(2) 多元线性回归方程检验。为了保证方程的有效性,需要分别进行 F 及拟合优度检验,以及回归方程系数的确定和 t 检验。由表 7 可知,模型 Y_1 , Y_2 , Y_3 的 R^2 分别为 0.898, 0.933, 0.854, 分别能解释南昌市“城镇—基本农田”冲突、“城镇—生态”冲突和“生态—基本农田”冲突强度指数的 89.8%, 93.3%, 85.4%, 说明模型 Y_1 , Y_2 , Y_3 拟合优度较好;同时模型 Y_1 , Y_2 , Y_3 的 F 检验统计量分别为 61.653, 97.418, 17.53, 对应的 p 均小于 0.05, 通过了显著性检验,说明被解释变量和解释变量存在较好的线性相关关系。

进行回归方程系数的确定和 t 检验,由表 7 可知模型 Y_1 , Y_2 , Y_3 的回归方程的常数项及自变量的系数、 t 统计量和 p 值。在模型 Y_1 和 Y_3 中,常量及自变量对应的 p 值均小于 0.05, 通过了显著性检验,回归系数有效;模型 Y_2 中,常量对应的 p 值大于 0.05, 无意义;自变量 x_3 对应的 p 值为小于 0.05, 回归系数有效。

(3) 多元线性回归方程建立。由表 7 可知,“城镇—基本农田”冲突的线性回归方程为: $Y_1=0.948x_4-0.002$;“城镇—生态”冲突的线性回归方程为: $Y_2=0.966x_3$;“生态—基本农田”冲突的线性回归方程为: $Y_3=1.246x_2+0.889x_6-0.066$ 。

通过多元线性回归分析建立的 3 个方程,可以从数理统计的角度研究各因素对南昌市“三线冲突”强度指数作用的大小,通过已知的变量来预测强度指数的变化,并与实际的冲突强度指数进行对比,由此揭示南昌市“三线冲突”的自然和人文驱动机制。

4 结 论

(1) “城镇—基本农田”、“城镇—生态”、“生态—基本农田”、“城镇—生态—基本农田”冲突的面积分别为 7.391 km², 5.842 km², 149.939 km², 0.111 km², 除“城镇—生态—基本农田”冲突之外,其他 3 类冲突的强度指数均较大,说明在实际操工作中,由

不同部门按照不同的划定标准、技术要求和管理规定分头划定的“三线”确实存在一定程度上的冲突,不利于后续的监督、规范与管理。

(2) 在 $p < 0.01$ 的显著性检验之下,“城镇—基本农田”、“城镇—生态”、“生态—基本农田”冲突强度指数的 Moran's I 指数分别为 0.242, 0.574, 0.322, 说明 3 类冲突均存在正相关性,在空间上有明显的集聚性特征,集聚的热点区域大多分布在安义县中北部、进贤县中部、南昌县北部及新建区中北部,冷点区域大多分布在湾里区及进贤县东部。

(3) 由于“三线”的划定标准各异,因此各类冲突的影响因素各不相同,高程、坡度、居民点密度、距离市中心距离、距离主要公路的距离、人口、城镇化率等因素对各类冲突的影响强度也不同。

参考文献:

- [1] 王飞,叶长盛,华吉庆,等.南昌市城镇空间扩展与景观生态风险的耦合关系[J].生态学报,2019,39(4):1248-1262.
- [2] 李骞国,王录仓,严翠霞,等.基于生境质量的绿洲城镇空间扩展模拟研究:以黑河中游地区为例[J].生态学报,2020,40(9):2920-2931.
- [3] 侯现慧.生态文明背景下“三线”协调划定研究[D].武汉:中国地质大学,2017.
- [4] 刘耀林,张扬,张琰,等.特大城市“三线冲突”空间格局及影响因素[J].地理科学进展,2018,37(12):1672-1681.
- [5] 叶英聪,孙凯,匡丽花,等.基于空间决策的城镇空间与农业生产空间协调布局优化[J].农业工程学报,2017,33(16):256-266.
- [6] 赵燕如,邹自力,张晓平,等.基于 LEI 和 MSPA 的南昌市城市扩张类型与生态景观类型变化关联分析[J].自然资源学报,2019,34(4):732-744.
- [7] 侯现慧,赵敏娟,刘婧鸣,等.基于生态协调性和建设适宜性的山区基本农田布局研究:以福建省永安市为例[J].自然资源学报,2018,33(12):2167-2182.
- [8] Xie W, Huang Q, He C, et al. Projecting the impacts of urban expansion on simultaneous losses of ecosystem services: A case study in Beijing, China[J]. Ecological Indicators, 2018,84:183-193.
- [9] Tang Z, Engel B A, Pijanowski B C, et al. Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale[J]. Journal of Environmental Management, 2005,76(1):35-45.
- [10] 冉娜,金晓斌,范业婷,等.基于土地利用冲突识别与协调的“三线”划定方法研究:以常州市金坛区为例[J].资源科学,2018,40(2):284-298.
- [11] 陈明.基于多规融合的三线提取及协调优化的研究[D].武汉:武汉大学,2018.
- [12] 刘志超.新型空间规划体系下的县级“三生空间”布局与“三线”划定[J].规划师,2019,35(5):27-31.
- [13] 魏旭红,开欣,王颖,等.基于“双评价”的市县级国土空间“三区三线”技术方法探讨[J].城市规划,2019,43(7):10-20.
- [14] 汤江龙,范佳旭,郭恩泽.基于 Moran's I 指数的耕地质量空间相关分析:以于都县为例[J].东华理工大学学报:自然科学版,2019,42(4):406-411.
- [15] 蔡庚洋,李铤,郑荣泉.博弈机理下的城市开发边界划定耦合优化研究[J].城市规划,2017,41(3):19-24.
- [16] 易丹,赵小敏,郭熙,等.基于生态敏感性评价和 CA-Markov 模拟的平原型城市开发边界划定:以南昌市为例[J].应用生态学报,2020,31(1):208-218.
- [17] 袁媛,罗志军,赵杰,等.基于景观结构和空间统计学的南昌市景观生态安全评价[J].水土保持研究,2020,27(3):247-255.
- [18] 陈藜藜,宋戈,邹朝晖,等.基于改进局部空间自相关分析的罗田县耕地保护分区[J].资源科学,2016,38(10):1871-1882.
- [19] 金贵,邓祥征,赵晓东,等.2005—2014 年长江经济带城市土地利用效率时空格局特征[J].地理学报,2018,73(7):1242-1252.
- [20] 王静雅.南昌市房地产价格影响因素实证分析[D].南昌:华东交通大学,2016.
- [21] 白瑞强,徐湘田,华树广,等.基于多元线性回归模型的冻土强度影响因素显著性分析[J].冰川冻土,2019,41(2):416-423.
- [22] 黄心怡,赵小敏,郭熙,等.基于生态系统服务功能和生态敏感性的自然生态空间管制分区研究[J].生态学报,2020,40(3):1065-1076.
- [23] 陈美球.新时代我国国土空间用途管制制度建设[J].吉首大学学报:社会科学版,2020,41(2):91-97,143.