

# 粮食产销平衡区耕地非粮化负外部效益空间分布特征

宋戈<sup>1,2</sup>, 白小艳<sup>1</sup>, 高佳<sup>1,2</sup>

(1. 东北大学 文法学院 土地管理研究所, 沈阳 110169; 2. 中国东北振兴研究院, 沈阳 110169)

**摘要:**科学地测算耕地非粮化负外部效益以及分析其空间分布特征,可以为耕地非粮化负外部性问题内部化提供科学依据。以粮食产销平衡区甘肃省 14 个地级市(含 2 个自治州)为研究区,将耕地非粮化负外部效益划分为粮食安全与生态环境两大类,综合运用负外部效益测算方法,测算研究区耕地非粮化负外部效益,运用 GeoDa 和 ArcGIS 9.2 软件的空间分析功能,分析研究区耕地非粮化负外部效益的空间分布特征。结果表明:(1) 研究区耕地非粮化负外部效益为 271.41 亿元,其中耕地非粮化粮食安全负外部效益占 79.25%,耕地非粮化生态环境负外部效益占 20.75%。(2) 研究区不同城市耕地非粮化负外部效益差异较大,酒泉市耕地非粮化负外部效益最高,为 56.68 亿元,嘉峪关市最低,为 1.04 亿元,两者相差 56 倍。(3) 研究区单位面积耕地非粮化负外部效益较接近的城市呈集中分布态势,其中耕地非粮化负外部效益高的城市集中分布在河西走廊灌溉农业区。(4) 研究区耕地非粮化粮食安全负外部效益和耕地非粮化生态环境负外部效益的空间分异规律基本一致,呈现出西高东低,北高南低的趋势。

**关键词:**粮食产销平衡区;耕地非粮化;负外部效益

中图分类号:F301

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2018)01-0349-07

## Spatial Distribution Characteristics of the Negative External Benefits of Non-Food Cultivated Land in Grain Production and Marketing Balance Area

SONG Ge<sup>1,2</sup>, BAI Xiaoyan<sup>1</sup>, GAO Jia<sup>1,2</sup>

(1. *Institute of Land Management, School of Humanities and Law, Northeast University, Shenyang 110169, China*; 2. *Institute of Revitalizing Northeast China, Shenyang 110169, China*)

**Abstract:** We took Gansu Province, which is the grain between production and marketing balance area and is consisted of 14 cities (including 2 Autonomous prefectures), as the study area and divided non-food cultivated land negative external benefit into two major categories of food security and ecological environment. We used the integrated application of the negative external benefit calculation method to calculate the negative external benefit of non-food cultivated land of study area. We used spatial analysis function of ArcGIS 9.2 and GeoDa to analyze the clustering characteristics and differentiation trend of the negative external benefit of non-food cultivated land in the study area. The results show that: (1) the negative external benefit of non-food cultivated land in the study area is 27 billion 141 million yuan, the negative external benefits of non-food cultivated land in food security accounted for 79.25%, and the negative external benefits of non-food cultivated land in ecological environment accounted for 20.75%; (2) the negative externalities of non-food cultivated land in different regions of the study area were different, and the negative external benefit of cultivated land in Jiuquan City was the highest, which was 5.668 billion yuan, the lowest was found in Jiayuguan City, 104 million Yuan for this city, and the difference was 56 times; (3) in space, cities which the unit negative external benefits of non-food cultivated land were closer presented the concentrated distribution trend, cities with the higher negative external benefits of non-food cultivated land concentrated in the Hexi Corridor Area of irrigated agriculture; (4) the spatial variation of safety negative external benefit and the ecological environ-

ment negative external benefit of non-food cultivated land in study area were basically consistent, showing the high level in the west and the low level in the east, high level in the north and low level in the south. The scientific measure for the farmland non-staple negative external benefit and analysis on its spatial distribution characteristics of farmland are non-staple negative external benefit, and studies on the new exploration for ensuring the grain safety and the rational allocation of regional agricultural land use structure have important guiding significance.

**Keywords:** grain production and marketing balance area; non-food of cultivated land; negative external benefit

耕地非粮化负外部效益属于农业生产领域或环节的负外部效益,是耕地非粮化行为主体在利用耕地资源的非粮食种植用途过程中对其他主体造成的负外部性影响,但并不为此支付足够补偿这种危害的成本<sup>[1-2]</sup>。耕地过度非粮化既影响国家粮食安全,又影响区域生态环境保护,其负外部效益凸显<sup>[3-4]</sup>。近年来,耕地保护备受关注,它直接涉及到国家的粮食安全和经济社会的可持续发展<sup>[5]</sup>。但是受利益驱动,中国耕地非粮化规模有逐年扩大的趋势、非粮化的速度不断加快<sup>[6]</sup>,1978—2014年全国粮食作物播种面积总体减少786.4万 $\text{hm}^2$ ,非粮化比例由19.7%上升至31.9%。粮食产销平衡区粮食净缺口日益增加,生态环境不断恶化。因过度非粮化引起的一系列社会和生态等问题引起了政府的担忧。科学测算耕地非粮化负外部效益以及分析区域差异,对于保障区域粮食安全和合理配置农业土地利用结构有重要的指导意义。

目前,关于耕地非粮化负外部效益的研究多集中在国内,相关研究表明耕地非粮化导致种粮面积减少<sup>[7-8]</sup>,并且耕地非粮化后的用途差异明显,对土壤层造成不同程度的破坏,影响粮食产量和质量<sup>[9-10]</sup>。非粮化后化肥农药等施用量明显增加,造成一定程度的水污染、大气污染<sup>[11-12]</sup>。由此可见,耕地非粮化负外部效益涉及区域粮食安全和生态环境保护两个重要问题,但是相关研究只是停留在简单的定性分析层面上,缺乏系统分析和定量测算,很难明确反映负外部效益高低。从研究尺度来看,相关研究多集中在宏观层面,而从中微观尺度测算耕地非粮化负外部效益及其分析空间分布差异的研究尚少见。国内外关于负外部效益评估的方法主要有机会成本法、条件价值评估法、参数比照法、分解求和法、意愿评估法<sup>[13-15]</sup>等,但尚未达成共识。耕地非粮化负外部效益测算是一个复杂的过程,分解求和法可以根据非粮化的用途把负外部效益分解,再进行综合计算,可以简化计算过程且计算结果具有一定的科学性。

鉴于此,本文以粮食产销平衡区甘肃省的14个地级市(含2个自治州)为研究区,将耕地非粮化负外

部效益分为粮食安全负外部效益和生态环境负外部效益两部分,运用生产率变动法,测算研究区2014年,不同城市的耕地非粮化粮食安全负外部效益,运用恢复费用法和治理成本法,测算耕地非粮化生态环境负外部效益,运用分解求和法综合测算耕地非粮化负外部效益,在此基础上,分析研究区耕地非粮化负外部效益的空间集聚特征、空间分异趋势,以期为耕地非粮化负外部性问题内部化提供科学的依据。

## 1 研究区域与数据来源

### 1.1 研究区域

甘肃省位于中国西北部,横跨三大自然过渡带,区内自然条件差异明显,资源分布极不平衡。全省辖12个地级市、2个自治州。2014年末,全省土地总面积4258.89万 $\text{hm}^2$ ,其中耕地面积537.88万 $\text{hm}^2$ ,农作物播种面积419.75万 $\text{hm}^2$ ,粮食播种面积284.25万 $\text{hm}^2$ 。较1986年相比,甘肃省“粮作比”由79%下降到67%,耕地非粮化现象明显。“河西地区”是甘肃省最大的粮食生产基地,但是由于农业结构的调整,对全省粮食贡献率正在逐年下降;中部和陇东南粮食产量低,需求缺口持续扩大<sup>[16]</sup>。如何保障区内粮食自给和生态环境安全一直是甘肃省面临的重大问题。

### 1.2 数据来源

本文数据来源于甘肃省各地级市国民经济和社会发展统计公报(2014)、《中国乡镇企业及农产品加工业年鉴(2015)》、《甘肃省统计年鉴(2015)》、《甘肃农村年鉴(2015)》、《政府工作报告》、2015年甘肃省14个地级市统计年鉴等原始数据通过计算整理得到。

## 2 研究区耕地非粮化负外部效益分析及测算

### 2.1 研究区耕地非粮化负外部效益的表现形式

本文确定的耕地非粮化负外部效益是由多种负外部效益构成的,为了尽量包括所有可能出现的效益并防止效益之间相互包含,把耕地非粮化负外部效益

归纳为对粮食安全的负外部效益和对生态环境的负外部效益两大项<sup>[17]</sup>。

耕地非粮化行为包括从事养殖业、观光旅游业,种植经济作物、树木等,这些行为会直接导致种粮面积减少,以及造成土壤污染,使得粮食减产、质量降低,本文定义为粮食安全负外部效益;种植经济作为农药、化肥、农膜施用量会明显增加,养殖业的动物粪便、尿液排放处理不当,会导致水资源污染、大气污染、土壤污染,本文定义为生态环境负外部效益。

2.2 研究区耕地非粮化负外部效益测算

耕地非粮化负外部效益包括对粮食安全的负外部效益和对生态环境的负外部效益两部分,运用分解求和法综合计算耕地非粮化负外部效益,公式如下:

$$V=V_1+V_2 \tag{1}$$

式中: $V$  表示耕地非粮化负外部效益(万元); $V_1$  表示耕地非粮化粮食安全负外部效益(万元); $V_2$  表示耕地非粮化生态环境负外部效益(万元)。

2.2.1 耕地非粮化粮食安全负外部效益测算 耕地非粮化粮食安全负外部效益包括种粮面积减少造成的粮食数量减少和由于土壤污染造成的粮食产量、质量降低这两部分的损失,运用生产率变动法测算。公式如下:

表 1 2014 年研究区耕地非粮化对土壤污染的影响率

2014	兰州市	嘉峪关市	金昌市	白银市	天水市	武威市	张掖市	平凉市	酒泉市	庆阳市	定西市	陇南市	临夏州	甘南州
$\omega$	0.053	0.130	0.146	0.041	0.051	0.167	0.088	0.019	0.511	0.116	0.081	0.045	0.079	0.249

2.2.3 耕地非粮化生态环境负外部效益测算 耕地非粮化对生态环境的负外部效益包括三个方面:土壤污染、水资源污染、空气污染,分别运用恢复费用法和治理成本法测算,公式如下:

$$V_2=S_1+S_2+S_3 \tag{3}$$

式中: $S_1$  为土壤污染恢复成本(万元); $S_2$  为水资源污染的治理成本(万元); $S_3$  为空气污染治理成本(万元)。

$$S_1=\omega P_i h \tag{4}$$

式中: $\omega$  为耕地非粮化对土壤污染的影响率; $h$  为受污染需要治理的耕地面积( $\text{hm}^2$ ); $P_i$  为单位面积土地治理费用,根据国内相关研究成果<sup>[21]</sup>,单位面积土地污染治理费用为 1.5 万元/ $\text{hm}^2$ 。

$$S_2=\sum w_i P_i \tag{5}$$

式中: $w_i$  为第  $i$  种污染物排放量( $\text{t}$ ); $P_i$  为第  $i$  种污染物处理成本(元/ $\text{t}$ ),参考国内的相关研究成果,在废弃物出水浓度达到《禽兽养殖业污染物排放标准》(GB18596—2001)规定时,养殖废水的 COD, BOD,  $\text{NH}_3\text{-N}$  的参考单位处理成本分别为 1 875.6 元/ $\text{t}$ , 385 元/ $\text{t}$  和 468.9 元/ $\text{t}$ <sup>[22]</sup>。

$$S_3=\sum m_i q_i \tag{6}$$

$$V_1=(\varphi+\sigma)\omega\text{MCP}+\text{SP} \tag{2}$$

式中: $\omega$  为土壤污染造成的作物减产率,根据国家耕地质量的分级,在 15 等别中,中等以下各等别的平均单产为 15 等别平均单产的 53% 左右,在此假定受污染的耕地为中等以下的平均等别,因此,将  $\varphi$  值确定为 0.53; $\sigma$  为受污染的粮食作物的市场价格降低率(%),污染超标的作物经济损失按低于市场价 10% 计算<sup>[18]</sup>。 $\omega$  为耕地非粮化对土壤污染的影响率; $M$  为粮食播种污染面积( $\text{hm}^2$ ); $C$  为 2014 年粮食作物平均单产( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ); $P$  为当年粮食作物的平均市场价格,为 2.53 元/ $\text{kg}$ (参照 2014 年粮食市场价格); $S$  为耕地非粮化总面积( $\text{hm}^2$ )。

2.2.2 耕地非粮化对土壤污染的影响率测算 本文分别选取化肥施用量、农药施用量、农膜施用量、养殖业污水排放量、养殖业废气排放量、养殖业固体废弃物排放量作为非粮化耕地和其他农用地对土壤污染影响因子;工业对土壤污染的影响因子为工业废水排放量、工业废气排放量、工业废渣排放量;生活废水排放量、生活垃圾、生活垃圾处理率作为日常生活对土壤污染的影响因子<sup>[19-20]</sup>;采用极差标准化法对各指标进行无量纲处理,运用层次分析法和熵值法确定权重(表 1)。

式中: $m_i$  为耕地非粮化造成的空气中第  $i$  种污染物的含量( $\text{t}$ ); $q_i$  为空气中第  $i$  种污染物的治理成本(元/ $\text{t}$ ),参考相关研究成果, $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  和悬浮颗粒物的治理成本分别为 4.965 元/ $\text{t}$ , 1 101.742 元/ $\text{t}$ , 6 178.69 元/ $\text{t}$ <sup>[23]</sup>。

2.3 耕地非粮化负外部效益测算结果与分析

根据公式(1—6)测算得到研究区耕地非粮化的负外部效益(表 2),研究区 2014 年耕地非粮化负外部效益总值为 271.41 亿元,耕地非粮化粮食安全负外部效益值为 209 亿元,生态环境负外部效益值为 62.41 亿元,耕地非粮化粮食安全负外部效益值为其生态环境负外部效益值的 3.35 倍。粮食产销平衡区面临着保障区域粮食基本自给和保护生态环境及经济发展的多重问题,研究区巨大的耕地非粮化粮食安全负外部效益值以及生态环境负外部效益势必会增大区域建设发展和粮食生产用地的矛盾。研究区耕地非粮化负外部效益区域差异较大,其中武威市、张掖市、酒泉市的耕地非粮化负外部效益值较大,分别占研究区耕地非粮化负外部效益总值的 11.02%, 14.05%, 20.88%, 嘉峪关市和金昌市的耕地非粮化负外部效益值较小,分别占研究区耕地非粮化负外部效益总值的 0.38%, 3.1%。

表 2 研究区耕地非粮化负外部效益值 万元

2014 年	粮食安全负外部效益成本		生态环境负外部效益成本			耕地非粮化负外部效益成本总值
	直接损失	污染损失	大气污染	水污染	土壤污染	
嘉峪关市	7419.7	122.2	528.7	2193.4	107.9	10371.9
金昌市	69317.8	2502.2	6012.5	3523.2	2858.6	84214.4
甘南州	29951.2	1371.4	59191.6	7111.6	4821.4	102447.1
临夏州	70745.5	2334.2	22576.3	6008.2	3333.0	104997.2
白银市	80183.8	1448.5	21032.3	8541.0	3676.5	114882.2
兰州市	124976.1	1367.9	6909.6	5879.1	3226.8	142359.5
陇南市	98635.1	2437.2	32240.3	10496.3	5960.4	149769.3
平凉市	111465.4	543.4	43459.5	11257.9	1434.2	168160.3
天水市	169446.2	2530.3	22326.1	10261.1	5596.8	210160.4
庆阳市	165144.6	3870.7	22733.1	11016.3	9655.6	212420.3
定西市	115959.1	3161.4	31451.7	9208.0	7138.5	166918.7
张掖市	231038.0	5510.1	45629.4	10322.8	6658.4	299158.8
武威市	329023.9	7016.8	29727.6	7840.6	7787.8	381396.6
酒泉市	378347.7	74132.4	26252.6	11717.9	76389.9	566840.4

2.3.1 耕地非粮化粮食安全负外部效益测算结果与分析 研究区土地污染程度整体较小,种粮面积减小造成的损失占粮食安全负外部效益比例高,为 84.75%。研究区土地资源禀赋以及自然条件在空间上差异较大,各地耕地非粮化类型和程度不尽相同,非粮化粮食安全负外部效益区域差异明显。嘉峪关市耕地非粮化粮食安全负外部效益最小,为 0.75 亿元,占全省总值的 0.32%;酒泉市耕地非粮化粮食安全负外部效益最大,为 45.24 亿元,占全省总值的 7.86%。通过测算各地单位面积耕地非粮化负外部效益(表 3),张掖市、金昌市、武威市、酒泉市、嘉峪关市的单位面积耕地非粮化粮食安全负外部效益较大,这 5 个城市耕地非粮化率高,且均属于河西走廊灌溉农业区,水资源及光照等自然条件较好,是研究区重要的粮食生产基地,粮食单产高,耕地非粮化粮食安全负外部问题对各市乃至整个研究区的粮食安全都构成严重威胁。甘南州、平凉市、白银市的单位面积耕地非粮化粮食安全负外部效益较小,甘南州耕地非粮化率较高,但是当地的粮食单产低,导致粮食安全负外部效益小;平凉市和白银市耕地非粮化率低,粮食产量不高,所以单位面积耕地非粮化粮食安全负外部效益也比较小。

2.3.2 耕地非粮化生态环境负外部效益测算结果与分析 研究区耕地非粮化对大气、水、土壤的污染程度存在较大差异,大气污染对耕地非粮化生态环境负外部效益贡献最大占 53.64%,其次土壤污染占 20.10%、水资源污染占 16.26%。嘉峪关市耕地非粮化生态环境负外部效益最小,为 0.28 亿元,占全省

生态环境负外部效益总值的 0.41%,但是单位面积耕地非粮化生态环境负外部效益位居第二,嘉峪关市农业属于城郊型农业,以种植蔬菜为主,农药、化肥、农膜施用量大,造成严重的水资源污染。酒泉市耕地非粮化生态环境负外部效益为 11.43 亿元,占全省的 16.58%,单位面积耕地非粮化生态安全负外部效益位居第四。酒泉市是研究区面积最大的城市,地处河西走廊最北边,降水少、蒸发量大,光照充足,耕地非粮化以瓜果为主,农膜施用量明显高于其他地区,水污染、土壤污染严重。甘南州、临夏州单位面积耕地非粮化生态环境负外部效益位居第一和第三,这两个州位于研究区的西部高原地区,畜牧业比较发达,但是经济条件落后,环境保护意识淡薄,环境保护科技落后,污水、垃圾等处理率低,而且小规模养殖较多,缺少废弃物处理设备,对生态环境影响明显。

3 耕地非粮化负外部效益空间差异分析

由于研究区各地耕地非粮化程度不同,其耕地非粮化负外部效益大小各异。为分析在耕地非粮化过程中,研究区耕地非粮化负外部效益大小与区域空间位置的关系,有必要对研究区耕地非粮化负外部效益区域空间分布特征进行分析。

3.1 耕地非粮化负外部效益空间集聚特征

运用 GeoDa 软件,采用基于邻接的 Polygon Contiguty 规则对研究区单位面积耕地非粮化负外部效益的全局自相关系数 Morans I 进行测算。全局 Morans I 值为 0.6295,为正值且通过了 1%的显著性

检验,表明研究区各个城市的单位面积耕地非粮化负外部效益在空间分布上存在着显著的空间全局自相关,单位面积负外部效益值比较接近的城市在空间上呈现集中分布态势,具有明显的高值区和低值区。根据散点图(图 1)统计,位于第一象限的有 7 个城市,位于第三象限的 4 个城市,两者共占 78.57%,这说明研究区单位面积耕地非粮化负外部效益两极化严重,而且单位面积耕地非粮化负外部效益高值区域占 50%。

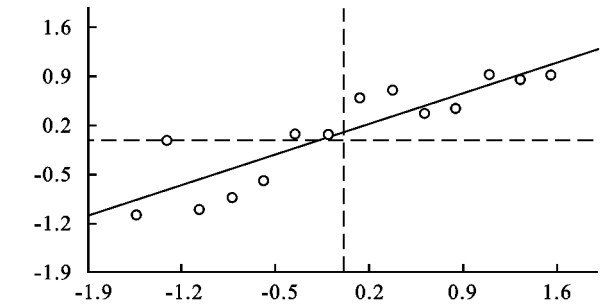


图 1 单位面积耕地非粮化负外部效益散点图

为了精确分析研究区市域单位面积耕地非粮化负外部效益值在相邻空间上的空间自相关性,利用 GeoDa

软件对 2014 年研究区单位面积耕地非粮化负外部效益求 lisa 值,并在 z 检验的基础上( $p\leqslant 0.05$ )绘制 lisa 聚集图(图 2),来探测单元属性和其周边单元属性正相关或负相关程度。从图中可以看出,单位面积耕地非粮化负外部效益值较高区域集中于酒泉市、嘉峪关市,单位面积耕地非粮化负外部效益值较低区域集中在兰州市、定西市。嘉峪关市耕地面积小,农民为了发展经济,形成了以棉花、蔬菜、中药材等经济作物为主的特色农产品生产基地,耕地非粮化率高达 70%,耕地非粮化粮食安全负外部效益值高。酒泉市耕地非粮化类型与嘉峪关市类似,化肥、农药施用量高,非粮化对土地污染的贡献率达 50%,耕地非粮化粮食安全和生态安全负外部效益值都高。嘉峪关市和酒泉市耕地非粮化类型以及程度相似,耕地非粮化负外部效益值表现为集聚趋势。以兰州市为中心的区域,耕地非粮化负外部效益属于低值区,耕地非粮化率虽然高,但是这些城市对生态环境的重视度高,其对废弃物等的处理技术好,耕地非粮化导致的负外部效益低于其他城市。

表 3 研究区单位面积耕地非粮化负外部效益值 万元/hm<sup>2</sup>

2014 年	嘉峪关	金昌	甘南	临夏	白银	兰州	陇南	平凉	天水	庆阳	定西	张掖	武威	酒泉
单位面积耕地非粮化粮食安全负外部效益	3.62	2.85	0.94	2.27	1.26	1.35	1.32	1.20	1.44	1.29	1.38	2.66	2.89	3.65
单位面积耕地非粮化生态环境负外部效益	1.36	0.49	2.12	0.99	0.51	0.17	0.63	0.60	0.32	0.33	0.40	0.71	0.39	0.92
单位面积耕地非粮化负外部效益	4.98	3.34	3.05	3.27	1.78	1.52	1.95	1.79	1.76	1.62	1.26	3.37	3.28	4.57

3.2 耕地非粮化负外部效益空间分异趋势

为了进一步分析研究区耕地非粮化负外部效益空间分布情况,利用 ArcGIS 9.2 分别对耕地非粮化总负外部效益、耕地非粮化粮食安全负外部效益、耕地非粮化生态环境负外部效益、单位面积耕地非粮化负外部效益进行趋势分析(图 3),趋势图 3 中的竖棒代表了研究区各个城市的耕地非粮化负外部效益值的大小和其位置,通过投影得到一条最佳拟合线,它模拟了研究区耕地非粮化负外部效益在东西和南北方向上存在的趋势。

从图中(图 3A—C)可以看出研究区耕地非粮化负外部效益、耕地非粮化粮食安全负外部效益和单位面积耕地非粮化负外部效益的空间分异基本趋势呈现一致性,西高东低,北高南低。因为西部地区的耕地非粮化以养殖业为主,养殖业造成的生态环境问题严重;东部地区属于黄土高原沟壑区,农业基础设施差,非粮化率明显低于西部,非粮化负外部效益不明显。北部地区是河西走廊地区,以灌溉农业为主并且

光照充足,适合多种经济作物生长,导致耕地非粮化负外部效益偏高。研究区自然条件差异较大,是导致耕地非粮化负外部效益呈现一定的分异特征的主要原因。研究区耕地非粮化生态环境负外部效益值空间分异趋势稍有不同(图 3D),中部地区是以兰州市为中心,生态环境保护较好,因此,其耕地非粮化的生态环境负外部效益明显低一些。

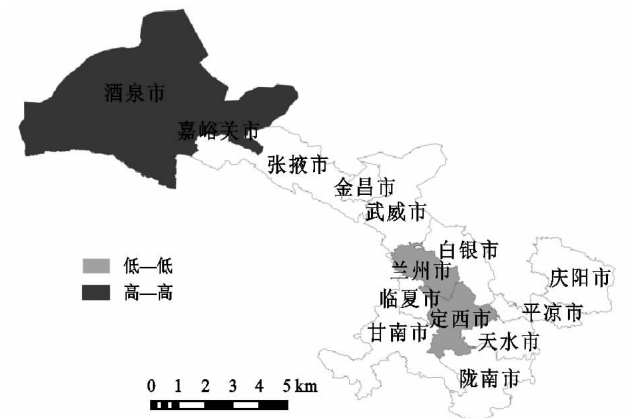
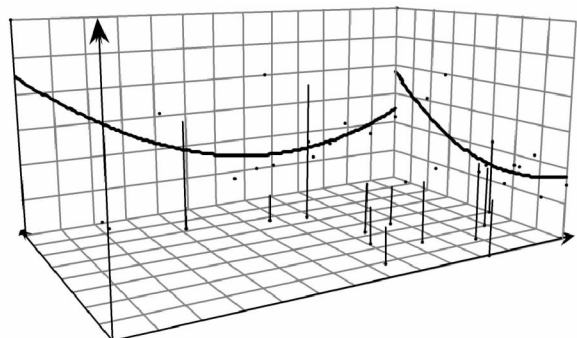
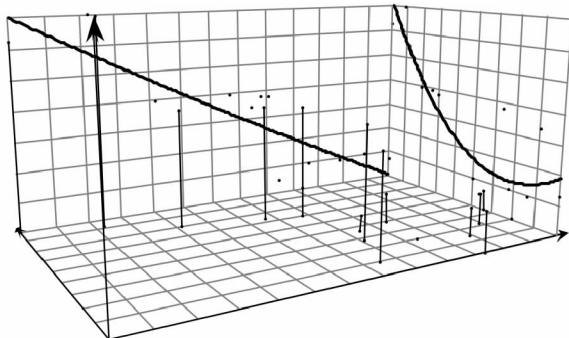


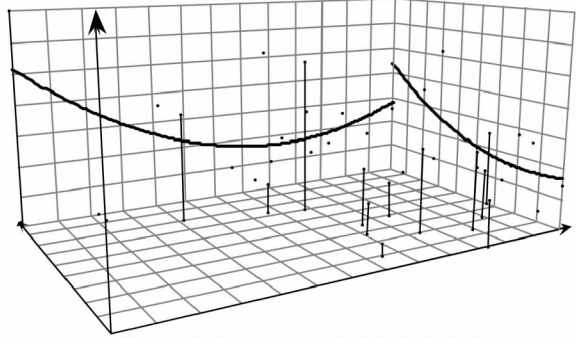
图 2 单位面积耕地非粮化负外部效益 Lisa 集聚图



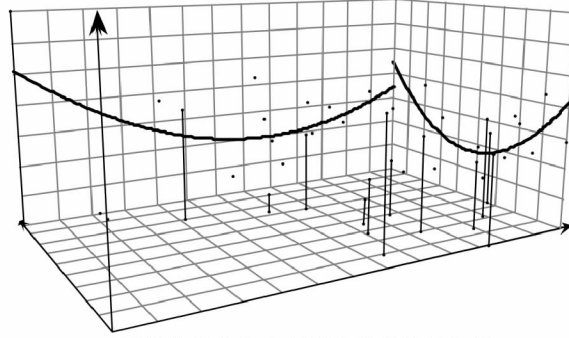
A 耕地非粮化总值负外部效益趋势



B 单位面积耕地非粮化负外部效益趋势



C 耕地非粮化粮食安全负外部效益趋势



D 耕地非粮化生态环境负外部效益趋势

图 3 耕地非粮化负外部效益趋势

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

(1) 2014 年研究区耕地非粮化负外部效益巨大,为 271.41 亿元,其中耕地非粮化粮食安全负外部效益占 79.25%,耕地非粮化生态环境负外部效益占 20.75%。耕地非粮化负外部效益构成中,耕地污染对粮食安全负外部效益的贡献较小占 15.25%,种粮面积减少贡献较大占 84.75%。大气污染对耕地非粮化生态环境负外部效益影响率最大占 53.64%,其次为土壤污染占 20.10%、水资源污染占 16.26%。

(2) 研究区各城市耕地非粮化负外部效益差异明显。酒泉市耕地非粮化负外部效益最大,为 56.68 亿元,嘉峪关市最低为 1.04 亿元,两者相差 56 倍;粮食安全负外部效益最高为酒泉市 45.25 亿元,最低为嘉峪关市 0.75 亿元,相差 60 倍;生态环境负外部效益最高为酒泉市 11.44 亿元,最低为嘉峪关市 0.28 亿元,相差 40 倍。研究区市域耕地非粮化粮食安全负外部效益均高于生态环境负外部效益。

(3) 从耕地非粮化负外部效益空间分布特征来看,研究区单位面积耕地非粮化负外部效益存在着显著的空间全局自相关性,并且相邻市域的负外部效益存在正相关性。研究区耕地非粮化粮食安全负外部效益和生态环境负外部效益的空间分异趋势上具有一致性,基本呈现由西部河西走廊冲积平原向南部山地降低,由东部丘陵山地向西黄土高原降低的分布规律。

### 4.2 讨论

(1) 本文对以往关于耕地非粮化负外部效益定性研究进行了更加深入系统的分析,将耕地非粮化负外部效益定性分为粮食安全负外部效益和生态安全负外部效益,并运用外部性测算方法,定量测算了耕地非粮化负外部效益,是耕地非粮化负外部效益研究的新探索。

(2) 研究中发现,研究区耕地非粮化负外部效益高的城市集中分布在农业生产条件较好的粮食生产基地酒泉市、张掖市,这对研究区未来粮食安全存在很大的威胁,因此,需要在保证区域粮食安全的基础上,进行合理的农业结构调整,以发展生态粮食带动区域经济发展。

(3) 耕地非粮化负外部效益以及空间分布特征,受多种因素的影响。利用长时序数据测算耕地非粮化负外部效益,深入综合分析包括政策调整等因素对其时空分布特征的动态影响,为区域制定农业结构政策提供更加全面的依据,仍是下一步研究的重点和方向。

#### 参考文献:

- [1] 董德坤,朱道林,王霞.农地非农化的外部性分析[J].经济问题,2004,20(4):55-56.
- [2] 王雨濛.耕地利用的外部性分析与效益补偿[J].农业经济问题,2007,10(3):53-54.
- [3] 何蒲明,全磊.对当前耕地“非粮化”现象的分析:基于粮食安全的视角[J].长江大学学报自然科学版:石油农学,2014,11(11):73-75.
- [4] 哈斯巴根,佟宝全.农业地区人地系统脆弱性及其发展

- 模式研究[J]. 干旱区地理, 2014, 37(3): 601-607.
- [5] 李玉平, 蔡运龙. 确保中国粮食安全的根本途径[J]. 干旱区地理, 2008, 31(6): 95-99.
- [6] 黎东升, 曾靖. 经济新常态下我国粮食安全面临的挑战[J]. 农业经济问题, 2015(5): 45-46.
- [7] 王勇, 陈印军, 易小燕, 等. 耕地流转中的“非粮化”问题与对策建议[J]. 中国农业资源与区划, 2011, 32(4): 14-15.
- [8] 钱昱如, 邱道持, 王玲燕. 基于主成分分析的流转农地用途变化动力研究[J]. 中国土地科学, 2009, 23(9): 49-50.
- [9] 张光前. 粮食安全的警钟要始终长鸣[J]. 中国粮食经济, 2008(2): 24-26.
- [10] 苏纪涛. 浅析土地流转对粮食安全的负面影响及解决措施[J]. 经济研究导刊, 2011(6): 41-42.
- [11] Chiara M T, Peter N. Valuing Environmental and health risk in agriculture: A choice experiment approach to pesticides in Italy [J]. Ecological Economics, 2008, 67(4): 598-607.
- [12] 马爱慧, 蔡银莺, 张安录. 基于土地优化配置模型的耕地生态补偿框架[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(10): 96-101.
- [13] 牛海鹏, 张安录. 耕地利用效益体系重构及其外部性分析[J]. 中国土地科学, 2009, 23(9): 26-29.
- [14] Silvia T. External effects of agricultural production in Italy and environmental accounting[J]. Environmental and Resource Economics, 1999(13): 459-472.
- [15] 陈艳蕊, 赵凯, 王志晓, 等. 基于 CVM 耕地资源利用的外部性评估: 以河南省内黄县为例[J]. 资源科学, 2011, 33(3): 528-531.
- [16] 卢李朋, 张杰, 张胜武, 等. 甘肃省粮食生产的多尺度及关联分析[J]. 干旱区地理, 2014, 37(2): 397-404.
- [17] 孙海兵. 耕地外部效益评估研究进展[J]. 中国农学通报, 2010, 26(12): 330-333.
- [18] 吴迪梅, 张从, 孟凡乔. 河北省污水灌溉农业环境污染经济损失评估[J]. 中国生态农业学报, 2004, 2(12): 176-178.
- [19] 孙成胜, 蔡小冬, 张仁陟. 基于 GIS 的白银区耕地耕层土壤重金属空间分异及污染评价[J]. 干旱区地理, 2014, 37(4): 750-758.
- [20] 陈印军, 方琳娜, 杨俊彦. 我国农田土壤污染状况及防治对策[J]. 中国农业资源与区划, 2014, 35(4): 1-3.
- [21] 杨爱民, 庞有权, 李铁铮, 等. 水土流失经济损失计量研究评述[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(1): 108-110.
- [22] 肖士恩, 雷家骕. 中国环境污染损失测算及成因探析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 12(21): 70-74.
- [23] 胡庆年, 陈海棠, 王浩. 化学需氧量、二氧化硫排污权价格测算[J]. 水资源保护, 2011, 27(4): 79-82.

(上接第 348 页)

- [13] 施婷婷, 许章华. 2005—2014 年平潭县土地利用变化及生态风险评价[J]. 海南大学学报: 自然科学版, 2016, 34(3): 278-288.
- [14] 赵岩洁, 李阳兵, 邵景安. 基于土地利用变化的三峡库区小流域生态风险评价: 以草堂溪为例[J]. 自然资源学报, 2013, 28(6): 944-956.
- [15] 王文杰, 张永福, 王慧杰. 基于 GIS 干旱区绿洲县域土地利用变化生态风险分析: 以新疆泽普县为例[J]. 水土保持研究, 2016, 23(6): 216-220.
- [16] 孙丽娜, 宋戈. 松嫩高平原黑土区土地利用/覆被变化及其景观生态风险分析[J]. 水土保持研究, 2012, 19(1): 148-153, 158.
- [17] 曾永年, 靳文甦, 王慧敏, 等. 青海高原东部土地利用变化模拟与景观生态风险评价[J]. 农业工程学报, 2014, 30(4): 185-194.
- [18] 刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报, 2014, 69(1): 3-14.
- [19] 刘盛和, 何书金. 土地利用动态变化的空间分析测算模型[J]. 自然资源学报, 2002, 17(5): 533-540.
- [20] 李灿, 汤惠君, 王枫, 等. 快速城镇化地区土地利用动态变化的空间测算分析: 以北京市顺义区为例[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(2): 115-123.
- [21] 李玉珍, 张永福, 安方舟. 基于 GIS 的新和县土地利用生态风险分析[J]. 水土保持研究, 2015, 22(1): 172-175, 180.
- [22] 莫宏伟, 任志远. 风沙过渡区土地生态价值及生态风险动态研究: 以陕北神木县为例[J]. 中国沙漠, 2010, 30(2): 357-362.
- [23] Xia Qian, Song Guoli. Based on Changes in Land Use and Landscape Structure in Yueqing Bay Wetland Ecological Risk Analysis [C] // Intelligent Information Technology Application Association. Proceedings of 2011 International Conference on Ecological Protection of Lakes-Wetlands-Watershed and Application of 3S Technology (EPL-WW3S2011 V1). Intelligent Information Technology Application Association, 2011: 278-283.
- [24] 刘勇, 张红, 尹京苑. 基于土地利用变化的太原市土地生态风险研究[J]. 中国土地科学, 2009, 23(1): 52-57.
- [25] 宫继萍, 石培基, 魏伟, 等. 基于土地利用变化的民勤县土地生态风险研究[J]. 土壤通报, 2012, 43(5): 1029-1035.