

黑龙江省耕地集约利用驱动因素分析

倪超^{1,2}, 杨胜天², 罗秋滨³, 郭红¹, 董隽¹, 高鹏¹

(1. 哈尔滨学院 地理系, 哈尔滨 150086; 2. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院, 遥感科学国家重点实验室, 环境遥感与数字城市北京市重点实验室, 北京 100875; 3. 哈尔滨学院 工学院计算机系, 哈尔滨 150086)

摘 要:为探寻耕地集约利用的主要驱动力及各因素之间的相互关系,从自然、人口、政策、科技和社会经济五个方面选取 30 个指标,采用灰色关联法和通径分析法定量分析影响黑龙江省耕地集约利用的驱动因素及作用机理。结果表明:(1)自然因素和人口因素是黑龙江省耕地集约利用变化的主要驱动力,社会经济因素和科技因素是次要驱动力,政策因素对耕地集约利用的影响作用最小;(2)城市化水平和非农业人口是决定耕地集约利用的主导因子,尽管总人口和粮食单产对耕地集约利用的直接作用较小,但通过其它指标对耕地利用集约度的间接作用较大。

关键词:耕地集约利用; 驱动因素; 通径分析; 黑龙江省

中图分类号:F321.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)03-0146-06

Study on Driving Forces of Intensive Cultivated Land Use in Heilongjiang Province

NI Chao^{1,2}, YANG Sheng-tian², LUO Qiu-bin³, GUO Hong¹, DONG Jun¹, GAO Peng¹

(1. Department of Geography, Harbin University, Harbin 150086, China; 2. State Key Laboratory of Remote Sensing Science, School of Geography, Beijing Normal University, Beijing Key Laboratory for Remote Sensing of Environment and Digital Cities, Beijing 100875, China; 3. Department of Computer, College of Engineering, Harbin University, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to discuss the main driving forces of intensive cultivated land use and the correlation between each factor, 30 indexes from five aspects including nature, population, policy, technology and socio-economic condition were collected, and driving factors and change mechanism of intensive cultivated land use in Heilongjiang Province were analyzed by using grey correlation and path analysis. The results show that: (1) nature and population are the main driving factors, socio-economic condition and technology are the subordinate factors, and policy has the minimal effect on intensive cultivated land use; (2) the level of urbanization and non-agricultural population are the main factors influencing intensive cultivated land use. Total population and grain yield have less direct effect on intensive cultivated land use, but have the greater indirect effect through other factors.

Key words: intensive cultivated land use; driving forces; path analysis; Heilongjiang Province

土地利用覆盖变化是目前全球环境变化的主要原因^[1-2],越来越成为国际学术界的研究热点^[3]。其核心内容之一是土地利用的驱动机制研究^[4]。耕地作为土地的精华^[5],是人类赖以生存和发展的物质基础^[6]。但在社会经济快速发展的进程中,保护耕地红线“硬指标”与经济建设土地“硬需求”之间的矛盾愈发突出^[7]。在此背景下,耕地集约利用成为既保障粮食安全,又兼顾经济发展的必然选择。而提高耕地利用集约度更重要的是分析其影响因素及作用机理^[8]。

因此,耕地集约利用驱动力研究是应予以关注的重要课题。当前,对耕地集约利用的研究主要侧重于集约度评价上,而对耕地集约利用的驱动因素研究涉及较少^[9-12],现有研究方法以主成分分析法^[12-14]和相关分析法^[11,15]等为主,灰色关联法和通径分析法的应用并不多见;指标选取以自然和社会经济因素为主^[6,13-14],对科技和政策因素考虑不多。

作为中国最大的商品粮生产基地,黑龙江省凭借丰富的耕地资源和肥沃的优质土壤在保障国家粮食

安全战略中占据重要地位。但由于历史开发年代较早以及耕作方式不合理等原因导致水土流失、土壤盐碱和沙化等生态问题日益严重,势必给粮食生产造成诸多不利影响。本研究采用灰色关联法和通径分析法对黑龙江省耕地集约利用驱动力进行研究,旨在探寻黑龙江省耕地集约利用的主要驱动因素,并对各驱动因素之间的相互关系进行深入分析,这对克服耕地利用中的不利因素、提高耕地集约度水平和增加粮食产量具有重要的现实意义。

1 数据来源及研究方法

1.1 数据来源

基础数据主要来源于中国统计年鉴(1981—2011 年)、中国农业统计年鉴(1987—2011 年)、黑龙江统计年鉴(1987—2011 年)、黑龙江省国民经济和社会发展统计公报(1995—2010 年)以及有关部门的研究报告等。

1.2 研究方法

1.2.1 灰色关联法 灰色关联法根据评价因素间发展态势的相似和相异性寻求主要影响因素及影响程度^[16],具有所需样本数据不多、计算简单易行、分析结果可靠等优点,被广泛应用于农业科学、资源环境等众多领域。计算步骤如下^[16]:

(1) 确定分析序列。通常将母序列记作 $X_0(t) = \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)\}$, $(k=1, 2, \dots, n)$; 子序列记作 $X_i(t) = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)\}$, $(i=1, 2, \dots, m)$ 。

(2) 原始数据预处理。目的是消除量纲的不利影响,目前应用较多的方法有初值化变换、均值化变换、极差化变换、滑动平均变换等。

(3) 计算关联系数

$$L_{0i}(k) = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \rho \Delta_{\max}} \quad (1)$$

式中: $L_{0i}(k)$ ——关联系数; $\Delta_{0i}(k)$ —— k 时刻两比较序列的绝对差; Δ_{\min} ——所有比较序列在各个时刻绝对差中的最小值; Δ_{\max} ——所有比较序列在各个时刻绝对差中的最大值; ρ ——分辨系数。

(4) 关联度计算和排序

$$r_{0i} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N L_{0i}(k) \quad (2)$$

式中: r_{0i} ——子序列 i 与母序列的关联度; N ——两比较序列的长度。

1.2.2 通径分析法 通径分析的基本思想是从假设变量间的直接关系出发,通过估计变量间的相关系数和函数,来评价这些变量的作用及相互间的关系^[17]。

与多元回归分析法相比,其主要优势在于既可反映自变量与因变量之间的直接作用,又可描述因素间的间接关系。计算步骤如下^[17]:

(1) 根据最小二乘法原理,对线性回归方程 $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$ 进行数学变换,得正规矩阵方程

$$\begin{bmatrix} 1 & r_{x_1 x_2} & \cdots & r_{x_1 x_n} \\ r_{x_2 x_1} & r_{x_2 x_2} & \cdots & r_{x_2 x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{x_n x_1} & r_{x_n x_2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{yx_1} \\ P_{yx_2} \\ \vdots \\ P_{yx_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{x_1 y} \\ r_{x_2 y} \\ \vdots \\ r_{x_n y} \end{bmatrix}$$

式中: y ——因变量; $x_i (i=1, 2, \dots, n)$ —— n 个自变量; $r_{x_i x_j}$ —— x_i 和 x_j 的简单相关系数; $r_{x_i y}$ —— x_i 和 y 的简单相关系数; P_{yx_i} —— x_i 对 y 的直接通径系数。

(2) 将矩阵方程转换成线性方程组,求通径系数 P_{yx_i}

$$P_{yx_i} = \begin{cases} r_{x_1 y} = P_{yx_1} + r_{x_1 x_2} P_{yx_2} + \cdots + r_{x_1 x_n} P_{yx_n} \\ r_{x_2 y} = r_{x_2 x_1} P_{yx_1} + P_{yx_2} + \cdots + r_{x_2 x_n} P_{yx_n} \\ \vdots \\ r_{x_n y} = r_{x_n x_1} P_{yx_1} + r_{x_n x_2} P_{yx_2} + \cdots + P_{yx_n} \end{cases}$$

(3) 计算间接通径系数

$$P_{yx_{ij}} = r_{x_i x_j} \cdot P_{yx_j} \quad (3)$$

2 黑龙江省耕地集约利用驱动因素定量分析

驱动力是导致土地利用方式和目的发生变化的物质环境和社会经济等人文因素^[18]。通过对相关文献进行梳理,耕地集约利用是自然条件和社会经济发展共同作用的结果,有着深刻的自然、经济与社会背景。既受气候变化和环境因素等自然驱动力的综合影响,也与人口增长、产业政策、城镇化进程和经济发展等人文驱动力密切相关。

2.1 驱动因素选取

在相关研究成果的基础上^[6,9,13-14,19-22],结合黑龙江省实际情况,从自然、人口、政策、科技和社会经济因素 5 个方面选取 30 个指标作为影响黑龙江省耕地集约利用的驱动因素(表 1)。

2.2 结果与分析

2.2.1 灰色关联分析 将耕地集约利用影响因素的灰色关联度按数值大小进行排序,结果见表 2。

(1) 自然因素的平均关联度最大,表明它是影响耕地集约利用变化的首要因素。其中,人均耕地面积、防涝治理率和年日照时数与耕地集约利用的单项关联度较高。① 人均耕地面积对耕地集约利用的影

响因社会经济发展的不同而存在差异。社会经济发展初期,提高作物产量需要以增加农业投入来完成,耕地经营模式以集约利用为主;市场经济时期,生产利润的趋势使耕地集约利用程度随之提高。建国至今,由于人口的迅速增长和工业化的快速发展,黑龙江省人均耕地面积呈明显下降趋势,耕地利用集约度有所增加。② 自然灾害对农业生产的影响极大,治理洪涝灾害在一定程度上相当于增加耕地面积和提

高耕地产出。据统计,研究期间黑龙江省通过启用排涝设备对受涝地区提前整地以减轻涝情,使除涝治理率大幅提高,有力保证了粮食增产增收。③ 光照对农作物的生长成熟起着决定性的作用,它对耕地集约利用变化的影响主要通过农作物来实现。黑龙江省年日照时数多在 2 400 h 左右,其中生长季日照时数占总日照时数的 44% 左右,丰富的光照资源有利于耕地的集约利用。

表 1 黑龙江省耕地集约利用驱动指标

目标	分类指标	单项指标
耕地 集 约 利 用	自然因素	年日照时数、年平均气温、年降水量、人均耕地面积、受灾面积、除涝治理率、水土流失治理率、耕地治碱率、耕地质量
	人口因素	总人口、非农业人口、农业技术人员、人口自然增长率
	政策因素	耕地占用税、农业税、农业贷款率、农业险赔付、农业政策
	科技因素	单位耕地化肥使用量、单位耕地农业机械动力投入、有效灌溉面积、农业科研支出
	社会经济因素	单位耕地农业总产值、人均国内生产总值、城市化水平、农民人均纯收入、粮食收购价格指数、城乡差距比*、单位耕地固定资产投资、粮食单产

注: * 表示城乡差距比采用农村居民家庭人均收入与城镇居民家庭人均收入的比值来表示。

(2) 人口因素对耕地集约利用的影响作用次之。总人口、非农人口比重和农业技术人员的关联度较高,说明人口在数量、构成和素质三方面对耕地集约利用均有较大影响。① 人口的迅速膨胀导致对工业和市政设施等建设用地的需求增大,大量耕地被非农建设用地占用,耕地数量的减少迫使耕地利用方式由粗放经营向集约经营方向转变;同时,为满足人们的生活所需,需要更多的耕地生产更多的粮食。总体来看,人口数量的增多不利于耕地的集约利用。② 耕地集约利用水平的提高并非单纯依靠增加农业劳动力数量,科学技术的不断发展在一定程度上可以解放劳动力,因此非农业人口比重变化可以反映耕地的集约度水平。非农业人口比重越大,表明从事农业生产的劳动力数量越少,耕地集约利用水平越高;相反,耕地利用以劳动密集型为主。③ 农业劳动力科学文化水平越高,越容易掌握先进的科学技术进行农业生产,有利于提高耕地的集约利用水平;反之亦然。数据表明,1949—2008 年黑龙江省总人口共增加 2 821.5 万,非农业人口比重由 26.27% 增长到 55.66%,农业技术人员的年增长率也在 2.35% 左右。而同一时期人均耕地面积却由最初的 0.56 hm² 下降到 0.32 hm²。非农业人口比重和农业技术人员的增加有利于全省耕地集约利用水平的提高,而人口数量的增加在一定程度上对耕地利用的集约程度造成阻碍。

(3) 社会经济因素对耕地集约利用的影响程度排在第三位,平均关联度为 0.956 37。① 城市化水平的关联度值在 30 个指标中排在第 1 位,说明此指标是影响耕地集约利用最重要的因素。城市化进程

加快使城市文化、生活方式和价值观不断涌向农村,人们对城镇用地的需求随之增加,原有用地格局的相应变化必然对耕地利用方式产生重大影响。建国初期黑龙江省城市化水平仅为 26.27%,而 2008 年已达到 55.40%,62 a 间增加了 29.13%,全省在快速城市化的进程中,耕地集约利用程度受到一定影响。② 根据经济学供求原理,粮食收购价格上涨,农民在农业生产中获得的利益增加,有利于激发农民农业生产的积极性,耕地集约利用程度将随农业生产效率而提高。1986—2008 年黑龙江省粮食收购价格指数呈波动式变化,根据上述原理,不同时期会对耕地集约利用程度产生相应影响。③ 粮食单产的灰色关联度在 30 个指标中排在第 9 位,此指标与耕地集约利用的相关程度较大。研究期间全省粮食单产由 1986 年的 3 108 kg/hm² 增加到 2008 年的 3 845 kg/hm²。这与近年来黑龙江省通过大兴农田水利、推进农业装备现代化、更新改良品种、推广科学栽培技术等措施提高粮食综合生产能力有关。

(4) 科技因素在五大因素中排在第四位,科技进步可以推动农业生产,进而影响耕地利用的集约程度。单位耕地农业机械动力投入关联度值高于科技因素平均关联度值,在所研究的 30 个指标中排名第 10 位。农业机械化水平的提高,可以解放更多的农业劳动力,有效提高农业生产效率,从而促进耕地集约利用水平的不断提高。研究期间黑龙江省单位耕地农业机械动力投入大幅度增加,由 1.054 5 增加到 2.532 8。主要原因是近年来国家大力支持粮食主产区农业发展,在农机具购置补贴政策的带动下,全省

农业机械化实现跨越式发展,农业机械化程度和农业机械装备水平居全国前列,农机装备数量和质量同步发展,这为全省农业生产提供了坚实支撑。据专家测算,在全省农业增产中农机化贡献率已经超过 30%,农机化对黑龙江省农业发展和粮食增产做出了重大贡献。此外,单位耕地化肥使用量、有效灌溉面积、农业科研支出也在某种程度上与耕地集约利用呈一定的相关关系。

(5) 政策因素在 5 大因素中对耕地集约利用的影

响最小,其中个别指标的关联度在所有单项指标排序中也较为靠后。粮食直补、取消农业税等一系列惠农政策有利于提高农民生产积极性和减轻农业生产投入,对促进耕地集约利用程度的提升起到正面影响。但城市化进程中,房地产和开发区建设政策也在一定程度上导致大量耕地被非农用地占用,耕地面积的减少对耕地集约利用造成较大影响。因此,提高耕地利用集约度的前提之一是充分发挥政策因素的积极作用。

表 2 黑龙江省耕地集约利用影响因素灰色关联分析

因素	影响因素	灰色关联度	排序	平均关联度	总排序
自然因素	年日照时数	0.98387	5	0.97257	1
	年平均气温	0.96734	15		
	年降水量	0.97528	12		
	人均耕地面积	0.98563	2		
	受灾面积	0.96360	17		
	除涝治理率	0.98556	3		
	水土流失治理率	0.96715	16		
	耕地治碱率	0.97924	11		
	耕地质量	0.94549	21		
人口因素	总人口	0.98488	4	0.96835	2
	非农业人口	0.98242	8		
	农业技术人员	0.98336	6		
	人口自然增长率	0.92276	25		
政策因素	耕地占用税	0.95107	19	0.90696	5
	农业税	0.89928	27		
	农业贷款率	0.94398	22		
	农业险赔付	0.86029	30		
	农业政策	0.88017	29		
科技因素	单位耕地化肥使用量	0.97098	13	0.94886	4
	单位耕地农业机械动力投入	0.97947	10		
	有效灌溉面积	0.95372	18		
	农业科研支出	0.89129	28		
社会经济因素	单位耕地农业总产值	0.94958	20	0.95637	3
	人均国内生产总值	0.92740	24		
	城市化水平	0.98632	1		
	农民人均纯收入	0.93905	23		
	粮食收购价格指数	0.98254	7		
	城乡差距比	0.97000	14		
	单位耕地固定资产投资	0.91526	26		
	粮食单产	0.98084	9		

2.2.2 通径分析 为进一步探讨耕地集约利用与各影响因素之间的关系,将耕地集约利用水平作为因变量 y,城市化水平、人均耕地面积、除涝治理率、总人口、年日照时数、农业技术人员、粮食收购价格、非农业人口、粮食单产分别作为自变量 $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$ 。由于显著水平服从正态分布,建立回归方程并进行显著性检验, $P=0<0.0001, R^2=0.945$,误差为 5.5%,经计算得通径系数,结果见表 3。

从总效应上看,耕地集约利用相关系数从大到小排序依次是农业技术人员>除涝治理率>城市化水平>非农业人口>总人口>粮食单产>人均耕地面积>粮食收购价格>年日照时数。除年日照时数与耕地集约利用呈负相关外,其余因素均与耕地集约利用呈正相关关系。在正相关关系中,除粮食收购价格和人均耕地面积的相关系数较小外,其余因素均与耕地集约利用呈较显著或极显著关系。农业技术人员

在 9 个因素中排名第 1 位,相关系数明显大于总人口和非农业人口,说明人口素质是影响耕地集约利用的首要因素。农业技术人员具有较高的农业生产知识和技能,善于采用先进科学技术和管理理念进行农业耕作,在一定程度上有利于耕地集约利用水平的提高。除涝治理率的总效应排在第 2 位,洪涝灾害不仅毁坏农业生产设施,而且减少耕地面积,通过洪涝灾害治理可以在一定程度上提高耕地集约利用程度。黑龙江省农业有“十年九涝”一说,研究期间除涝治理率由 43.9%增加到 74.4%,这与全省积极采取多种排涝措施,治理力度不断加大有关。城市化水平总效应排在第 3 位,表明此指标是影响耕地集约利用的第三大因素。尽管粮食单产与耕地集约利用的直接效

应呈负相关关系,但间接效应对直接效应的提升作用增强了其总效应的位次。人均耕地面积总效应值较低,但此指标的增加有利于耕地集约利用水平的提高。研究期间黑龙江省人均耕地面积呈下降趋势,这对全省的耕地集约利用造成一定不利影响。在对耕地集约利用呈正相关关系的指标中,粮食收购价格的总排序较为靠后,表明此指标的影响程度较弱,但粮食收购价格的增加可以使农民获得的经济收益增加,农民农业生产积极性的提高有利于对耕地进行集约利用。年日照时数的总效应与耕地集约利用呈负相关关系,但其直接效应与因变量却呈正相关关系,这主要是间接效应对直接效应的抑制作用降低了总效应的排名。

表 3 耕地集约利用相关系数剖分结果

自变量	相关系数	间接通径系数								
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
X ₁	0.8249	<u>0.7377</u>	0.0002	0.0307	-0.0176	-0.0001	0.0057	0.0001	0.0690	-0.0009
X ₂	0.1818	-0.0069	<u>0.0620</u>	0.0655	-0.0544	0.0068	0.0032	-0.0019	0.1092	-0.0017
X ₃	0.8266	0.3107	0.0013	<u>0.2936</u>	-0.0715	-0.0002	0.0232	-0.0001	0.2732	-0.0036
X ₄	0.7822	0.4032	0.0025	0.1625	<u>-0.1660</u>	0.0001	0.0288	-0.0003	0.3556	-0.0044
X ₅	-0.1856	-0.1222	0.0204	-0.0160	0.0020	<u>0.0063</u>	-0.0114	-0.0035	-0.0615	0.0004
X ₆	0.8489	0.3872	0.0004	0.1545	-0.0847	-0.0005	<u>0.0654</u>	-0.0012	0.3320	-0.0042
X ₇	0.0850	-0.0708	0.0153	0.0456	-0.0525	0.0095	0.0727	<u>0.0105</u>	0.0531	0.0015
X ₈	0.8071	0.1350	0.0004	0.0526	-0.0302	-0.0001	0.0096	0.0001	<u>0.6412</u>	-0.0016
X ₉	0.7653	0.3683	0.0014	0.1411	-0.0807	-0.0001	0.0249	0.0002	0.3193	<u>-0.0090</u>

注:划线的数据为直接通径系数。

从直接效应上看,各影响因素与耕地集约利用的直接通径系数从大到小的排序依次是城市化水平>非农业人口>除涝治理率>农业技术人员>人均耕地面积>粮食收购价格指数>年日照时数>粮食单产>总人口。总效应和直接效应无论在数值上还是在排序上都略有不同。在数值方面,总人口和粮食单产与耕地集约利用均呈负相关关系,说明人口的增加不利于耕地的集约利用,主要原因是非农建设用地需求的加大迫使大量耕地被占用,而粮食需求的增加同样需要一定面积的耕地资源;粮食单产提高对耕地集约利用的不利影响则与粮食供大于求导致的比较利润下降有关。但总人口和粮食单产的间接通径系数之和均较大,这种加强作用在很大程度上促使其总效应排序靠前;其余因素与耕地集约利用均呈正相关关系,其中,城市化水平是影响耕地集约利用最重要的因素,非农业人口的影响作用次之,而其余指标数值则较为靠后。

上述分析可知,除涝治理率的总效应与直接效应排序完全一致,说明通过对洪涝灾害进行治理,可以直接提高耕地集约利用水平。而其余因素的总效应

和直接效应排序存在较大差异,如农业技术人员总效应排名第 1 位,但直接效应却排在第 4 位;总人口的总效应排在第 5 位,但直接效应却排在第 9 位;人均耕地面积的总效应排在第 7 位,可直接效应却排在第 5 位。另外,采用直接观察法比较各影响因素对耕地集约利用的间接作用可以看出,城市化水平在第 1 列中出现 5 次,说明此指标是其它变量通过它对耕地集约利用产生影响最大的间接变量;非农业人口在第 2 列中出现 5 次,而且在第 1 列中出现 2 次,说明此指标是仅次于城市化水平的第二大间接影响因素…以此类推,间接效应从大到小排序依次是:城市化水平>非农业人口>除涝治理率>人均耕地面积>农业技术人员>粮食收购价格指数>年日照时数>粮食单产>总人口。此排序与直接效应排序基本吻合。

3 结 论

(1) 从平均关联度来看,自然因素与耕地集约利用的关系最为密切,是影响黑龙江省耕地利用集约度的首要驱动因素;次要驱动因素分别是人口因素、社会经济因素和科技因素;政策因素对耕地集约利用的

影响作用最小。从单项指标来看,城市化水平对黑龙江省耕地集约利用的影响作用最大,而农业险赔付的作用最小。

(2) 除人均耕地面积、年日照时数和粮食收购价格外,其余单项指标和耕地集约利用的相关系数均较大,但城市化水平和非农业人口是决定耕地集约利用的主导因子。尽管总人口和粮食单产的直接效应较小,但不应忽视它们通过城市化水平、非农业人口和除涝治理率对耕地集约利用产生的较大间接影响。

(3) 黑龙江省耕地集约利用驱动因素的研究对挖掘耕地资源潜力和提高粮食生产能力具有一定的现实意义。但由于影响耕地集约利用的因素众多,加之某些数据资料难以获取,因此驱动力单项指标的选取还有待进一步深入探讨和完善。

参考文献:

- [1] Turner B L II. Local Faces, Global Flows: The Role of Land Use and Land Cover in Global Environmental Change[J]. Land Degradation & Development, 1994, 5(2): 71-78.
- [2] Dale V H. The relationship between land-use change and climate change[J]. Ecological Applications, 1997, 7(3): 753-769.
- [3] 唐华俊. 中国土地利用/土地覆盖变化研究[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004.
- [4] The Scientific Steering Committee and International Project Office of LUCC. Land-Use and Land-Cover Change (LUCC) Implementation Strategy, IGBP REPORT 48&IHDP REPORT 10 [R]. Stockholm: the Global Change Newsletter, 1999: 37-56.
- [5] 庞英. 山东沿海地区耕地利用集约度时空特征[J]. 农业工程学报, 2011, 27(9): 328-333.
- [6] 易军, 梅昀. 基于 PSR 框架的耕地集约利用及其驱动力研究: 以江西省为例[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(8): 895-900.
- [7] 倪伟龄. 黑龙江: 开展综合整治守住耕地红线[N]. 经济日报, 2011-07-31(01).
- [8] 吴郁玲, 顾湘, 周勇. 农户视角下湖北省耕地集约利用影响因素分析[J]. 中国土地科学, 2012, 26(2): 50-55.
- [9] 李瑞华, 白世强. 河南省耕地集约利用时空分异及驱动因素研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 2009, 25(3): 263-267.
- [10] 朱传民, 黄雅丹, 吴佳. 等. 江西省县域耕地集约利用水平时空差异研究[J]. 水土保持研究, 2012, 19(2): 160-164.
- [11] 赵京, 杨钢桥. 耕地利用集约度变化影响因素典型相关分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(10): 103-108.
- [12] 刘成武, 李秀彬. 对中国农地边际化现象的诊断: 以三大粮食作物生产的平均状况为例[J]. 地理研究, 2006, 25(5): 895-904.
- [13] 窦妍, 南灵. 基于 PSR 框架的耕地集约利用及其驱动力研究: 以关中地区为例[J]. 农业现代化研究, 2011, 32(5): 615-618.
- [14] 颜丙金, 石培基. 甘肃省耕地集约利用及其驱动力研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(33): 108-113.
- [15] 黄利民, 张安录, 刘成武. 耕地利用集约度变化及其驱动机制研究: 以湖北省通城县为例[J]. 生态经济, 2009(1): 78-81.
- [16] 刘思峰, 党耀国. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [17] 张文彤. 世界优秀统计工具 SPSS11.0 统计分析教程(高级篇)[M]. 北京: 希望电子出版社, 2002.
- [18] 刘旭华, 王劲峰, 刘明亮, 等. 中国耕地变化驱动力分区研究[J]. 中国科学(D 辑): 地球科学, 2005, 35(11): 1087-1095.
- [19] 袁磊. 基于循环经济理念的黑龙江省土地可持续利用研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2010.
- [20] 陈印军, 肖碧林, 方琳娜, 等. 中国耕地质量状况分析[J]. 中国农业科学, 2011, 44(17): 3557-3564.
- [21] 高魏, 闵捷, 张安录. 耕地经济产出影响因素实证分析: 以湖北省为例[J]. 资源科学, 2006, 28(3): 73-78.
- [22] 祝小迁, 程久苗, 费罗成. 安徽省耕地集约利用及其驱动力分析[J]. 中国土地科学, 2009, 23(2): 11-17.