

基于主成分分析法的青岛市耕地面积 变化及驱动机制研究

段德宏¹, 孙林², 史印芳²

(1. 山东科技大学 科研处, 山东 青岛 266590; 2. 山东科技大学 测绘科学与工程学院, 山东 青岛 266590)

摘要: 基于青岛市1978—2010年耕地面积、人口等统计数据, 分析了青岛市耕地面积变化规律及变化趋势。利用主成分和多元回归分析方法, 揭示了耕地面积变化的驱动机制; 选用相应的指标体系建立了耕地面积变化的驱动力模型。研究表明, GDP、居民储蓄存款、市区总人口、农机总动力以及固定资产投资总额是影响耕地面积变化的主要因素。该研究可为青岛市土地的合理利用以及耕地资源的保护提供决策依据。

关键词: 青岛市; 耕地面积; 主成分分析; 驱动机制

中图分类号: F301.24

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2012)04-0044-07

The Changes of Cultivated Land Area and Its Driving Mechanism in Qingdao Based on the Method of Principal Component Analysis

DUAN Dehong¹, SUN Lin², SHI Yinfang²

(1. Department of Science and Technology, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China;

2. Geomatics College, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China)

Abstract: Based on the statistical data of cultivated land area, population, etc. from 1978 to 2010, we analyzed the regularity and the trends of cultivated land changes in Qingdao, and also its driving mechanism was revealed with the method of principal component analysis and multiple regression. The change model of the cultivated land area was established by the selected parameters. The results show that GDP, savings deposits of the residents, total urban population, gross agricultural machinery, total fixed asset investment are the main factors that affect the change of cultivated land area. This research can provide the decision basis for the rational use of land resources and the protection of cultivated land in Qingdao.

Key words: Qingdao; cultivated land change; principal component analysis; driving mechanism

耕地是人类赖以生存的最基本的自然资源, 耕地保护关系到国家粮食安全和人民的长远生计。随着我国人口的增长、工业化进程的加快以及城市化水平的不断提高, 非农业用地在土地总量中的比例不断升高, 耕地资源的数量呈减少的趋势, 现在我国人均耕地只有 867 m², 不足世界平均水平的一半。因此实现耕地占补平衡在耕地保护中具有举足轻重的作用。

青岛作为我国沿海经济发达城市, 区域经济发展与土地利用变化表现得更为显著。目前, 青岛市正在贯彻实施山东半岛蓝色经济区发展规划, 势必引起对土地需求的持续增加, 进一步加剧青岛市土地供需的矛盾, 如何处理好经济、社会发展与保护耕地资源的关系, 已成为青岛市面临的突出问题^[1-2]。

近年来, 一些学者对全国以及某些典型地区的耕地面积变化过程与人口增长、城市化及经济发展的关系

收稿日期: 2012-01-10

基金项目: 山东省优秀中青年科学家科研奖励基金项目(BS2011HZ010); 山东省高等学校科技计划项目(J12LH02); 山东省软科学研究计划项目(2012RKB01356)

作者简介: 段德宏(1978—), 男, 陕西富平人, 博士研究生, 主要从事土地利用变化等方面的研究。E-mail: duandh@foxmail.com

进行了研究,已取得了一些进展^[3-8],如张正栋用统计方法,研究了近 35 年来海南岛耕地变化过程与人口增长、经济发展之间的动态变化关系^[9];李江华等^[10]基于统计数据,利用定性和定量分析方法,从耕地面积与粮食产量变化两个方面,研究了江西省 50 年的耕地面积变化。从研究方法来看,定量化方法越来越成为主导,很多定量分析模型得到运用和发展。针对国内外土地利用变化的驱动机制,主要是通过大量的区域性个案比较进行研究。耕地利用变化的驱动力概括起来即自然和社会经济两方面,并且当前的多数研究侧重于社会经济因素的驱动作用,随着社会经济的快速发展,区域耕地利用的变化在广度和深度上越发显著。

本文基于统计数据,利用主成分分析法,重点研究 1978—2010 年青岛市耕地面积变化规律,研究耕地面积与人口、经济、政策投资、科技等因素的关系模型,探讨其驱动力机制,为青岛市乃至山东半岛蓝色经济区合理开发利用耕地资源、制定科学的可持续发展计划提供决策依据。

1 研究区域、数据及研究方法

1.1 研究区概况

青岛位于中国山东半岛南端(北纬 $35^{\circ}35'$ ~ $37^{\circ}09'$,东经 $119^{\circ}30'$ ~ $121^{\circ}00'$),地处黄海之滨,现辖市南、市北、四方、李沧、崂山、黄岛、城阳 7 个区和胶南、胶州、即墨、平度、莱西 5 个县市级市,总面积 $10\ 654\ \text{km}^2$,其中市区面积 $1\ 159\ \text{km}^2$,2010 年末全市户籍总人口为 763.64 万人,市区 275.5 万人,全市实现生产总值(gross domestic product,GDP)5 666.19 亿元。

1.2 数据来源及研究方法

数据主要来源于 1978—2010 年中国统计年鉴青岛市国民经济和社会发展统计公报及新中国 50 年统计资料汇编中的相关数据资料^[11]。

根据青岛市经济社会发展的实际情况,研究青岛市社会经济因素对耕地面积变化的影响,根据已获得的统计数据,选取表 1 所示指标来表征相关影响因素。由于因素指标众多,且各自变量之间存在不同的相关性(表 2),如何从中提取少数具有代表性的变量,同时又保证不丢失原指标提供的重要信息,是研究的首要任务。主成分分析法的优势在于以最少的信息丢失为代价,将众多原有变量综合成较少的综合指标的分析方法^[12]。

表 1 社会经济因素指标表
Tab.1 The social economic factors index

人口因素	经济因素	政策投资因素	科技因素
总人口(x_1)	GDP(x_4)	固定资产投资额(x_{14})	农村用电量(x_{16})
市区总人口(x_2)	人均 GDP(x_5)	财政支出(x_{15})	卫生技术人员(x_{17})
社会从业人口(x_3)	财政收入(x_6)		农机总动力(x_{18})
	农民人均纯收入(x_7)		
	职工平均工资(x_8)		
	居民储蓄存款(x_9)		
	第一产业增加值(x_{10})		
	第二产业增加值(x_{11})		
	第三产业增加值(x_{12})		
	全社会用电量(x_{13})		

表 2 耕地面积变化驱动力变量相关系数矩阵

Tab. 2 The correlation matrix of driving force variable of cultivated land changes

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	
x_1	1.000																		
x_2	0.987	1.000																	
x_3	0.933	0.971	1.000																
x_4	0.859	0.913	0.977	1.000															
x_5	0.874	0.926	0.982	0.999	1.000														
x_6	0.810	0.866	0.947	0.990	0.985	1.000													
x_7	0.888	0.937	0.983	0.994	0.997	0.976	1.000												
x_8	0.877	0.928	0.982	0.998	0.999	0.984	0.998	1.000											
x_9	0.848	0.905	0.974	0.997	0.996	0.986	0.991	0.994	1.000										
x_{10}	0.946	0.962	0.938	0.899	0.915	0.847	0.928	0.918	0.887	1.000									
x_{11}	0.852	0.909	0.976	0.999	0.998	0.991	0.992	0.997	0.997	0.888	1.000								
x_{12}	0.846	0.901	0.969	0.999	0.997	0.993	0.992	0.996	0.997	0.888	0.998	1.000							
x_{13}	0.908	0.956	0.993	0.988	0.992	0.963	0.994	0.992	0.985	0.928	0.987	0.982	1.000						
x_{14}	0.790	0.853	0.943	0.982	0.975	0.982	0.960	0.972	0.985	0.822	0.985	0.983	0.954	1.000					
x_{15}	0.834	0.887	0.960	0.996	0.993	0.996	0.986	0.992	0.993	0.876	0.995	0.998	0.973	0.981	1.000				
x_{16}	0.928	0.973	0.989	0.962	0.970	0.923	0.977	0.971	0.959	0.941	0.962	0.952	0.992	0.917	0.939	1.000			
x_{17}	0.971	0.936	0.868	0.799	0.815	0.756	0.829	0.817	0.791	0.906	0.788	0.791	0.835	0.734	0.783	0.846	1.000		
x_{18}	0.956	0.984	0.971	0.932	0.943	0.890	0.959	0.945	0.929	0.948	0.927	0.923	0.971	0.868	0.910	0.983	0.896	1.000	

2 耕地、人口与经济动态变化

2.1 研究区域城市化发展的基本趋势

1978—2010 年青岛市建成区面积变化趋势如图 1 所示。

由图 1 可以看出,研究区域的建成区面积持续增长,按照其增长速度,可划分为 2 个阶段:

第一阶段:1978—1999 年,建成区面积缓慢增长阶段,属城市化起步并稳步发展阶段,建成区面积由 1978 年的 66 km² 增加到 1999 年的 116 km²,年增长率为 2.72%。

第二阶段:2000—2010 年,由于农村区域城市化水平的提高,建成区面积迅速扩大,建成区面积由 2000 年的 119.1 km² 增加到 2010 年的 282.3 km²,年增长率为 9.01%。

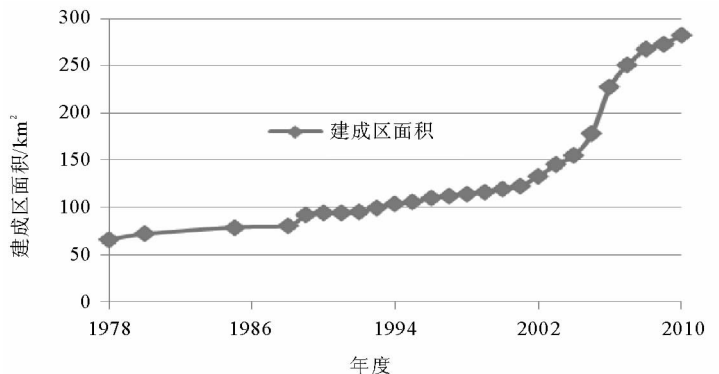


图 1 青岛市建成区面积变化图

Fig. 1 The changes of built-up area in Qingdao

2.2 耕地变化趋势

在建成区面积不断扩大,城市化快速发展的同时,耕地作为研究区域最主要的资源类型,其年末总面积总体呈现下降趋势,如图2所示。统计数据表明,32年间青岛市耕地面积总量由1978年的535 300万 m^2 减少到2010年的420 400万 m^2 ,面积减少达114 900万 m^2 ,减少达21.46%。总体趋势为,1978—1999年,耕地面积减少相对缓慢,年均递减率为0.51%;2000—2006年,耕地面积变化呈快速减少趋势,年均递减率为2.39%;由于2006年1月1日起废止了农业税,直接导致农民从事农业的积极性提高,从中央到地方采取了保护耕地措施,防止耕地过多的向非农用地转变,2007年以后,耕地面积呈缓慢增加趋势。

1978—2010年统计数据表明,32年间青岛市人均耕地面积减少了364 m^2 ,减少近40%。人均耕地面积趋势如图2所示。人均耕地面积变化趋势可分为三个阶段,1978—1999年,人均耕地面积由914.5 m^2 减少到690.9 m^2 ,减少223.6 m^2 。2000—2006年,人均耕地面积由675.7 m^2 减少到545 m^2 ,减少了130.7 m^2 。2007年以后,人均耕地面积基本保持在548 m^2 ,趋于稳定,略高于联合国粮农组织规定人均耕地533 m^2 的警戒线。

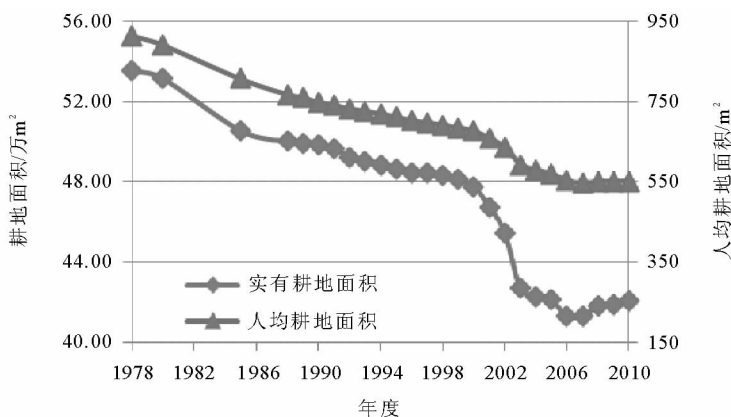


图2 青岛市耕地总面积和人均耕地面积变化图

Fig. 2 The changes of cultivated land and the per capita cultivated land in Qingdao

3 驱动力因素体系的建立

影响耕地面积变化的驱动力主要是自然和社会经济因素。大量的案例研究表明,对于区域性的土地利用与变化而言,自然环境驱动力对土地利用的影响在一定时期比较小。青岛市自然环境和气象条件相对稳定,决定了自然因素对耕地面积变化的影响很小。

社会经济因素驱动力对耕地面积的影响较大。1978—2010年期间,青岛市人口由585.33万人增加到763.64万人,随着城市化进程的加快,建成区面积不断增加,市区总人口增加近70%;GDP由38.43亿元增加到5 666.19亿元;随着经济的不断发展,第一、二、三产业比例由1990年的21.7:48.0:30.3变化为2010年的4.9:48.7:46.4,第二、三产业和固定资产投入的扩大,为社会提供了大量的就业岗位,加之农民种植积极性的降低,吸引了当地以及大量外来人员就业,以上因素直接或间接导致了青岛市耕地面积的变化。

3.1 耕地面积变化驱动主成分分析

由表3和表4可以看出,第一、二主成分方差累计贡献率达98.561%,已基本包含了所有因子信息,完全符合主成分分析要求,从而确定两个主成分的数值。

各驱动因子荷载绝对值,表示其在相应主成分中的相对重要性,第一主成分荷载值(表4)超过一半的驱动因子荷载都超过了0.8,其中固定资产投资额、财政收入、财政支出、第二、三产业增加值、居民储蓄存款以及GDP都超过0.85,为经济和投资因素。可以看出,经济发展水平、建设投资力度和居民生活富裕程度对耕地面积变化有非常显著的影响。耕地面积与GDP、固定资产投资、居民储蓄存款相关系数分别为-0.909,-0.863和-0.911,呈显著负相关关系。主要原因是工厂、房地产以及交通等建设用地快速扩张,占用了大量耕地。由于第一产业的收益率远低于第二产业和第三产业,导致农业人口进行耕种的积极性降低,2010年第一产业增加值仅占社会总产值的4.9%,导致部分人口从事第二、三产业,直接促使居民储蓄存款增加,同时由于农民工进城导致的居住、生活服务、休闲娱乐、交通等用地规模的增加,造成耕地面积减少。GDP、固定资产变化如图3所示。

表 3 主成分特征值和主成分贡献率表

Tab. 3 The results of eigenvalues and communalities

成份	初始特征值		
	合计	方差/%	累积/%
1	16.967	94.263	94.263
2	0.774	4.299	98.561
3	0.125	0.694	99.255
4	0.072	0.398	99.653
5	0.032	0.178	99.831
6	0.016	0.088	99.919
7	0.005	0.030	99.949
8	0.003	0.018	99.967
9	0.002	0.010	99.977
10	0.002	0.009	99.986
11	0.001	0.006	99.992
12	0.001	0.004	99.996
13	0.000	0.002	99.998
14	0.000	0.001	99.999
15	0.000	0.001	100.000
16	3.737×10^{-5}	0.000	100.000
17	5.588×10^{-6}	3.104×10^{-5}	100.000
18	6.575×10^{-13}	3.653×10^{-12}	100.000

表 4 主成分荷载矩阵

Tab. 4 The matrices of principal component loadings

		成份	
		1	2
固定资产投资	x_{14}	0.897	0.418
地方财政一般预算收入	x_6	0.887	0.447
地方财政一般预算支出	x_{15}	0.868	0.488
第三产业增加值	x_{12}	0.860	0.508
第二产业增加值	x_{11}	0.857	0.515
居民储蓄存款	x_9	0.855	0.515
GDP	x_4	0.849	0.528
人均 GDP	x_5	0.830	0.557
职工平均工资	x_8	0.826	0.562
农民人均纯收入	x_7	0.805	0.589
全社会用电量	x_{13}	0.779	0.621
社会从业人数	x_3	0.737	0.668
农村用电量	x_{16}	0.713	0.682
卫生技术人员	x_{17}	0.383	0.893
全市户籍总人口	x_1	0.464	0.881
市区总人口	x_2	0.568	0.818
第一产业增加值	x_{10}	0.563	0.793
农业机械总动力	x_{18}	0.628	0.760

第二主成分各驱动因子荷载值(表 4)中,卫生技术人员、总人口、市区总人口、第一产业增加值以及农机总动力荷载都超过了 0.76,为人口和科技因素,该因素也是耕地变化的重要驱动力之一。耕地面积与市区总人口、农机总动力以及卫生技术人员相关系数分别为 -0.972, -0.975 和 -0.863,呈显著负相关关系。人口增加导致的居住、公共服务、医疗卫生等用地增加,直接导致耕地面积减少。由于产业结构的调整,农民从事农业积极性的降低,以农机总动力为代表的农业科技的发展,农业技术装备水平显著提高,以及由传统农业逐步向现代农业的转变,为耕地面积的变化提供了可能性。总人口、农机总动力变化如图 4 所示。

3.2 耕地面积变化驱动力模型

利用主成分分析法对耕地面积变化驱动力的分析结果,结合青岛市经济、社会发展实际,选取青岛市市区总人口来反映城市化水平、GDP 反映经济发展水平、固定资产投资总额反映政策投资、农业机械总动力反映农业科技水平、居民储蓄存款反映居民富裕程度,共 5 个因子作为自变量,与作为因变量的耕地面积(y)进行回归分析。

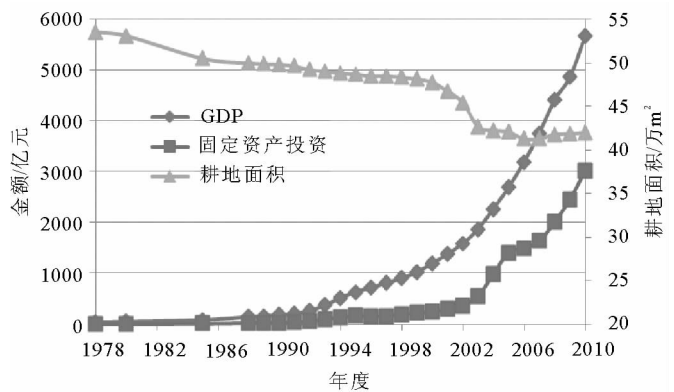


图 3 GDP、固定资产投资变化图

Fig. 3 The changes of GDP and fixed assets investment chart

为使各因子之间存在可比性,首先对原始数据进行标准化处理,数据标准化由SPSS软件完成,然后进行多元回归分析,建立模型如下:

$$y=1.5615u_1-1.0489u_2-0.6327u_3-0.5334u_4-0.3423u_5+3.68594\times 10^{-7}$$

其中: u_1 —GDP; u_2 —居民储蓄存款; u_3 —市区总人口; u_4 —农机总动力; u_5 —固定资产投资总额。

从式中可以得出,GDP为耕地面积变化的首要驱动因子,其次为居民储蓄存款、市区总人口、农机总动力、固定资产投资总额。分析结果:复相关系数为0.9818,决定系数为0.9640, F 值为107.12,显著性 $P=9.85977\times 10^{-14}<\alpha=0.05$ 的显著水平,所以自变量与因变量之间具有显著的回归关系存在,模型具有统计学意义。

4 结论

本研究揭示了青岛市耕地利用变化的趋势及驱动机制,为青岛市耕地资源合理利用提供了决策依据。通过1978—2010年青岛市国民经济和社会发展统计数据,利用主成分分析和多元回归分析方法,对青岛市耕地面积变化的过程、主要驱动力进行了分析,并建立了青岛市耕地面积变化驱动力模型。研究表明:近30年来,青岛市耕地面积总体呈明显的减少趋势,经历了由快速减少到缓慢减少的过程;导致青岛市面积减少的驱动力主要是GDP,其次为居民储蓄存款、市区总人口等因素,耕地面积的阶段性减少主要与经济的快速发展密切相关,而人口增长对耕地减少的驱动也不要忽视。

受统计数据以及技术方法的限制,本文主要研究了耕地面积变化及驱动机制问题,而对土地类型的时空转换未做研究,未来不仅需要基于国民经济和社会发展的统计数据,更需要利用遥感技术手段,快速获取大量、可信的分类基础数据,在土地利用变化驱动力的定量分析以及社会经济与环境效应的影响等方面开展更深入的研究。

参考文献:

[1]陈明宝,韩立民.蓝色经济区建设的运行机制研究[J].山东大学学报:哲学社会科学版,2010(4):83-87.
CHEN Mingbao,HAN Limin. Study on the building of the operational mechanism in a Blue Economic Zone[J]. Journal of Shandong University:Philosophy and Social Sciences,2010(4):83-87.

[2]韩立民,于会娟,包乌兰托亚,等.山东半岛蓝色经济区建设中的青岛市功能定位与发展战略研究[J].山东经济,2010,26(2):131-136.
HAN Limin,YU Huijuan,BAOWULAN Tuoya,et al. A study on the function positioning and development strategy of Qingdao city in building Shandong Peninsula Blue Economic Zone[J]. Shandong Economy,2010,26(2):131-136.

[3]谭雪兰,段建南,朱红梅,等.长沙市耕地变化的时空特征及其驱动力分析[J].中国农学通报,2012,28(2):240-244.
TAN Xuelan,DUAN Jiannan,ZHU Hongmei,et al. Temporal and spatial characteristics and driving forces of cultivated land in Changsha city[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2012,28(2):240-244.

[4]杨桂山.长江三角洲近50年耕地数量变化的过程与驱动机制研究[J].自然资源学报,2001,16(2):121-127.
YANG Guishan. The process and driving forces of change in arable land area in the Yangtze River Delta during the past 50 years[J]. Journal of Natural Resources,2001,16(2):121-127.

[5]汤江龙,赵小敏.江苏省经济发展与耕地数量动态变化及对策分析[J].江西农业大学学报:社会科学版,2004,3(4):54-58.
YANG Jianglong,ZHAO Xiaomin. Economic development and cultivated land area in Jiangsu:Dynamic variation and policy

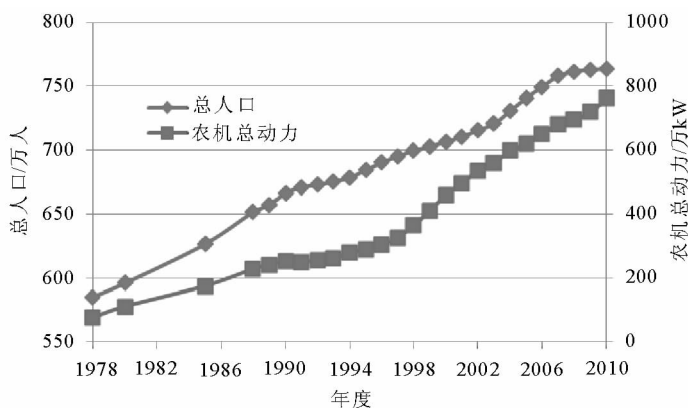


图4 总人口、农机总动力变化图

Fig. 4 The changes of total population and total agriculture machinery motive force chart

- analysis[J]. Journal of Jiangxi Agricultural University: Social Sciences Edition, 2004, 3(4): 54-58.
- [6] 杨武年, 刘恩勤, 陈宁, 等. 成都市土地利用遥感动态监测及驱动力分析[J]. 西南交通大学学报, 2010, 45(2): 185-190.
YANG Wunian, LIU Enqin, CHEN Ning, et al. Remote sensing dynamic monitoring and driving force analysis of land use/cover changes in Chengdu[J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 2010, 45(2): 185-190.
- [7] 刘涛, 谢永生, 何毅峰, 等. 陕西省汉台区 1978 年至 2006 年耕地数量变化及驱动力分析[J]. 资源科学, 2009, 31(5): 816-823.
LIU Tao, XIE Yongsheng, HE Yifeng, et al. Analysis of the changes of cultivated land and its factors on Hantai district of Shaanxi province from 1978 to 2006[J]. Resources Science, 2009, 31(5): 816-823.
- [8] 刘旭华, 王劲峰, 刘纪远, 等. 国家尺度耕地变化驱动力的定量分析方法[J]. 农业工程学报, 2005, 21(4): 56-60.
LIU Xuhua, WANG Jinfeng, LIU Jiyuan, et al. Quantitative analysis approaches to the driving forces of cultivated land changes on a national scale[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2005, 21(4): 56-60.
- [9] 张正栋. 35 年来海南岛耕地变化与人口经济发展间的相关分析[J]. 中国沙漠, 2005, 25(5): 757-763.
ZHANG Zhengdong. Correlation analysis of cultivated land change with population increasing and economic growth in Hainan province in recent 35 years[J]. Journal of Desert Research, 2005, 25(5): 757-763.
- [10] 李江华, 赵景柱, 陈文波, 等. 江西省 50 年耕地变化与社会经济驱动力研究[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(3): 467-471.
LI Jianghua, ZHAO Jingzhu, CHEN Wenbo, et al. Cultivated land change and social economic driving forces of Jiangxi province over the past 50 years[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2006, 28(3): 467-471.
- [11] 郑卫星, 邹吉兴. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [12] 杜强, 贾丽艳. SPSS 统计分析[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011.

“沉积·资源·环境”研究专栏征稿

征稿范围:

- ◇地质基本科学问题、应用及发展
- ◇全球环境变化与沉积作用
- ◇盆地分析与板块运动
- ◇盆地运动学的新理论
- ◇能源的勘探与开发
- ◇大地构造沉积学
- ◇层控矿床
- ◇岩相古地理
- ◇生物成矿作用
- ◇流域开发与环境保护
- ◇层序地层与事件地质
- ◇油气储集层的成岩作用

欢迎相关领域专家、学者和工程技术人员踊跃投稿, 来稿请注明“沉积·资源·环境”专栏。稿件经专家评审通过后优先发表, 并实行优稿优酬。

投稿平台: http://xuebao.sdust.edu.cn/index_z.asp

电子邮箱: zkglhxx@163.com; zkzxcg@sdust.edu.cn

联系电话: 0532-86057859