

黄淮海平原城镇化对耕地变化影响的差异性分析

孟 鹏, 郝晋珉^{*}, 周 宁, 洪舒蔓

(中国农业大学土地资源管理系, 北京 100193)

摘 要: 为了有效保护耕地资源, 该文通过研究城镇化进程与耕地变化的内在联系, 揭示不同城镇化进程的差异化规律。采用土地利用变化分析方法, 对黄淮海平原 1997—2008 年城镇化进程中耕地的数量和质量变化进行分析; 选取 4 类城镇化指标 (人口城镇化指标、空间城镇化指标、经济城镇化指标、生活方式城镇化指标), 构建城镇化对耕地变化的驱动力模型; 运用主成分分析法和多元回归模型, 对研究区城镇化进程中耕地变化的差异性特点进行分析。研究结果表明, 人口城镇化驱动因子、空间城镇化驱动因子对研究区影响显著, 而经济城镇化驱动因子和生活方式城镇化驱动因子因各研究区域所处城镇化阶段和发展特点而呈现不同规律。该文以数据分析和实证对比为中国城镇化的可持续发展提供政策建议: 城镇化的发展完全可以适时适度推进, 避免大量占用耕地牺牲粮食安全和生态环境; 产业拉动、用地集约、环境友好的新型城镇化发展模式是城镇化健康发展的明智选择; 城镇化的发展应与产业政策和产业规划紧密衔接, 通过优化用地布局, 既发展经济又保护耕地和生态环境, 从而真正促进城镇化的和谐发展。

关键词: 土地利用, 主成分分析, 回归分析, 模型, 城镇化, 耕地变化, 驱动因子

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2013.22.001

中图分类号: F301.21

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2013)-22-0001-10

孟 鹏, 郝晋珉, 周 宁, 等. 黄淮海平原城镇化对耕地变化影响的差异性分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(22): 1—10.

Meng Peng, Hao Jinmin, Zhou Ning, et al. Difference analysis of effect of rapid urbanization on cultivated land changes in Huang-Huai-Hai plain[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29(22): 1—10. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

城镇化对一个民族、一个国家而言, 实际上只有一次机会^[1]。一方面由于城镇的重大基础设施布局一旦确定后, 就很难再改变, 另一方面建设占用的农用地特别是耕地, 一旦非农化就难以恢复其原有状态, 从而影响粮食安全及其生态价值, 最终会影响人类自身生存条件和生活质量。中国城镇化进程不断加快, 经济飞速发展, 耕地减少呈现不断增速的态势 (1978—1989 年, 年均建设占用耕地为 1 580 km²; 1990—1999 年, 年均占用为 1 680 km²; 2000—2009 年, 年均占用为 2 120 km²)^[2-4]。笔者认为, 在当今中国要有效的保护耕地, 首当其冲要研究的不是耕地本身, 而是从分析城镇化对耕地影响入手, 研究如何健康适

度的促进新型城镇化的发展。

城镇化与耕地变化关系的研究业已广泛, 主要体现在二者在不同区域时空上的数量变化规律^[5-6]、相互关系^[7-11]、趋势预测^[12-13]以及驱动机制^[14-19]等方面。相关研究多在全国等宏观层面或区县等微观层面对影响因子进行整体分析。本文以中观层面的黄淮海平原 5 省 2 市为研究范围, 通过划分城镇化 4 类驱动因子, 运用主成分分析法和多元回归模型, 进行差异性对比研究。以期通过研究城镇化进程与耕地变化的内在联系, 揭示不同城镇化进程的差异化规律, 为中国城镇化的可持续发展提供政策建议。

1 研究区概况及数据来源

1.1 研究区概况

黄淮海平原又称华北平原, 其范围西起太行山、伏牛山东麓, 东到渤海、黄海和山东丘陵, 北依燕山, 南至大别山、淮河一线^[20]。依据 2008 年底行政区划和黄淮海区域范围, 研究区涉及 5 省 2 市, 包括北京、天津、河北全境, 河南、山东、安徽、江苏平原区的城市, 共计 39 个地级市及直辖市城市市区^[21]。黄淮海平原地区不仅是中国北方地区人口、产业和城镇密集地区, 而且又是全国政治、

收稿日期: 2013-08-15 修订日期: 2013-10-29

基金项目: 国土资源部农田修复和土地整理关键技术与示范 (2011BAD04B00)

作者简介: 孟 鹏 (1978—), 河南平顶山市人, 博士生。主要研究方向为区域发展与土地利用规划。北京 中国农业大学资源与环境学院, 100193。Email: mp827119mp@163.com。

※通信作者: 郝晋珉 (1960—), 男, 山西太谷人, 教授, 博士生导师, 从事土地利用与规划、区域规划的研究。北京 中国农业大学资源与环境学院, 100193。Email: jmhao@cau.edu.cn

经济、文化中心所在地,在全国经济发展格局中具有十分重要的战略地位。因此,研究黄淮海平原地区城镇化对耕地变化的差异化影响,对于研究全国范围内的城镇化和土地利用变化具有重要意义。

1.2 数据来源

本文研究中所用到的基础数据主要包括:1997—2008年黄淮海平原各省市的社会经济发展数据和各类用地数据,主要来自于中国县(市)社会经济统计年鉴(1997—2008年)、中国农村统计年鉴(1997—2008年)、全国分县市人口统计资料(1997—2008年)、北京统计年鉴(1997—2008年)、天津统计年鉴(1997—2008年)、河北统计年鉴(1997—2008年)、山东统计年鉴(1997—2008年)、河南统计年鉴(1997—2008年)、安徽统计年鉴(1997—2008年)、江苏统计年鉴(1997—2008年);土地资源数据主要来自中国国土资源统计年鉴(1997—2008年)、全国土地利用变更调查报告(1997—2008年)、五省二市的国土资源综合统计年报(1997—2008年)等。

2 研究方法

土地利用变化与其影响因子之间在同一时间维度下往往存在着局域非线性的关系^[14],而在趋同性较强的区域、在连续时间跨度分析中却体现较强的相关性。因此本文分别提取5省2市各区域的1997—2008年的相关城镇化社会经济数据进行城镇化进程分析,运用土地利用变化分析方法和数理统计综合方法,对各省市耕地的数量和质量变化进行统计对比分析。选取4类城镇化驱动因子,建立相关性影响分析模型;利用主成分分析法^[22]和多元线性回归分析法^[23]的定量方法,对引起研究区域耕地变化差异的主要城镇化驱动力因子进行深入分析。

2.1 土地利用变化强度

某地类的土地利用变化强度指该土地类型在研究期间的变化量与初期值的比值 $F^{[24]}$,其公式为

$$F = \left(\frac{S_{it} - S_{io}}{S_{io}} \right) \times 100 \quad (1)$$

式中, F 为土地利用变化强度; S_{io} 为第*i*省(市)该地类的初期面积,万 hm^2 ; S_{it} 为第*i*省(市)该地类的末期面积,万 hm^2 。

2.2 土地利用动态度

土地利用动态度可定量描述区域土地利用变化的速度,它对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极的作用。单一土地利用动态度可表达区域一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况^[25],其公式为

$$K = \left(\frac{U_b - U_a}{U_a} \right) \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中, K 为研究时段内某一土地利用类型的动态度,%; U_a 、 U_b 分别为研究期初、期末一种土地利用类型的数量,万 hm^2 ; T 为研究时段长,设定为年。

2.3 土地利用空间变化分异指数

土地利用空间变化分异指数指某省(市)该地类变化幅度与整个区域该地类变化幅度的比值^[20],通常用百分比表示,其公式为

$$G = \left(\frac{S_{it} - S_{io}}{S_t - S_o} \right) \times 100 \quad (3)$$

式中, G 为土地利用空间变化分异指数; S_o 为区域该地类初期面积,万 hm^2 ; S_t 为区域该地类末期面积,万 hm^2 。

3 城镇化进程

1997—2008年黄淮海平原经历了快速的城镇化发展,数据见表1。由表1可知,1997—2008年整个黄淮海地区城镇化水平提高了7.04个百分点,人均国内生产总值由0.64万元提高到2.49万元,城镇化水平每提高1%就要有7.82万 hm^2 耕地被占用。5省2市城镇化水平分别处于3个阶段,呈现出差异化的规律。北京和天津处于较高的城镇化水平,人均GDP增幅分列第一二位,建制镇面积增幅较大,城镇化耕地占用系数分别为-1.44和-1.64,属于较高水平;江苏省、山东省和河北省处于中等城镇化水平,城镇化发展速度最快,GDP增长处于中等水平,略逊于北京和天津,城市用地增长较快,耕地占用系数总体较低;河南省和安徽省属于较低城镇化水平,城镇化发展缓慢,人均GDP增长相对较低,城市用地和建制镇用地增长较为均衡,而耕地占用系数较高。通过上述分析可以看出,处于中等水平的城镇化发展最为迅速,占用耕地系数总体较低,而成熟阶段和较低城镇化阶段的城镇化发展,耕地占用系数都较高。

4 城镇化进程中耕地的变化

4.1 城镇化进程对耕地数量变化的影响

4.1.1 耕地数量变化的时序特征分析

2008年黄淮海平原土地总面积为36.83万 km^2 ,占全国总面积的3.87%;其中耕地面积19.52万 km^2 ,占黄淮海平原土地总面积的比例在50%以上,并以全国16.04%的耕地产出了全国27%的粮食^[20]。在黄淮海平原城镇化快速发展过程中,耕地数量发生了很大变化。耕地面积由1997年的2006.94万 hm^2 降至2008年的1951.89万 hm^2 ,减少55.05万 hm^2 ,降幅2.74%。人均耕地面积由0.0874万 hm^2 减少到0.0768万 hm^2 ,不足世界人均耕地面积的1/4。

表 1 1997—2008 年黄淮海平原城镇化进程分析表

Table 1 Analysis of urbanization process in Huang-Huai-Hai plain during 1997—2008

城镇化阶段类型 Urbanization stage type	区域 Regions	人口城镇化水平 Population urbanization level/%			人均国内生产总值增幅 Growth of per capita GDP/%	城市用地增幅 Growth of urban land/%	建制镇用地增幅 Growth of organic town/%	城镇化占用耕地系数 Coefficient of cultivated land occupied/ 10^4hm^2
		1997 年	2008 年	1997—2008 年的变化量 Changes				
		较高城镇化水平	北京市	79.61				
	天津市	70.07	72.55	2.48	407.26	9.98	50.89	-1.64
中等城镇化水平	江苏省	42.29	56.85	14.56	275.88	44.20	38.63	-0.18
	山东省	46.20	55.82	9.62	322.88	62.49	55.54	-0.56
	河北省	42.35	51.43	9.08	255.18	10.26	29.81	-2.31
较低城镇化水平	河南省	41.63	45.33	3.70	282.11	43.09	40.56	-1.23
	安徽省	41.65	43.35	1.70	137.06	31.56	32.96	-4.37
总计	黄淮海平原	45.51	52.54	7.04	291.21	31.56	32.96	-7.82

注：城镇化占用耕地系数为城镇化水平每提高一个百分点所占用的耕地面积，万 hm^2 。

Note: The coefficient of cultivated land occupied by urbanization is the reduction area of arable land for every percent increase of urbanization level.

1997—2008 年，随着城镇化的快速发展，耕地面积呈现逐年递减的态势，其下降幅度和速度存在较强的时序特征（见表 2）。首先，城镇化提高幅度和发展速度与耕地的变化量和变化强度非常一致。其次，二者的变化呈现波浪式的增加和减少态势。1997—2000 年期间，城镇化水平提高 1.03 个百分点，年均城镇化速度为 0.26%，耕地减少量为 3.56 万 hm^2 ，变

化速度为 0.89 万 $\text{hm}^2/\text{年}$ ，耕地变化强度为 -0.18，耕地变化动态度为 -0.04%；2000—2004 年期间，年城镇化速度为 0.74%，耕地变化动态度为 -0.39%，明显高于前期；2004—2008 年期间，二者的各项变化指标明显低于第 2 期，又高于第 1 期。说明耕地减少态势从 2000—2008 年期间，从急速减少逐渐趋于平稳减少，幅度和速度都在下降。

表 2 黄淮海平原城镇化进程与耕地变化表

Table 2 Contrast of urbanization process and cultivated land changes in Huang-Huai-Hai plain

年限 Time span	城镇化进程 Urbanization process		耕地变化 Change of cultivated land			
	城镇化提高幅度 Amplification/%	年均城镇化速度 Average speed/%	变化量 Variation/ 10^4hm^2	变化速度 Rate of change/ $(10^4\text{hm}^2\cdot\text{a}^{-1})$	变化强度 Change intensity	变化动态度 Dynamic degree/%
1997—2000 年	1.03	0.26	-3.56	-0.89	-0.18	-0.04
2000—2004 年	3.70	0.74	-39.07	-7.81	-1.95	-0.39
2004—2008 年	2.31	0.46	-12.42	-2.48	-0.63	-0.13

4.1.2 耕地结构变化的时序特征分析

黄淮海平原的耕地类型包括灌溉水田、望天田、水浇地、旱地和菜地等 5 个二级类型。1997—2008 年间，该区域所有耕地类型都有所减少，其中旱地减少最多，为 37.35 万 hm^2 ，其次为水浇地 9.05 万 hm^2 ，菜地、灌溉水田和望天田，分别

减少 5.62、3.01、0.02 万 hm^2 [20]。耕地结构变化如表 3 所示，水浇地占 2008 年耕地总面积的 49.27%，相对 1997 年略有增加，是该区域面积最大的耕地类型；其次是旱地占耕地总面积的 41.68%，所占比例略有降低；灌溉水田和望天田比例略有提高，菜地比例有所降低。

表 3 黄淮海平原 1997—2008 年耕地结构变化表

Table 3 Structural change of cultivated land types in Huang-Huai-Hai plain during 1997—2008

耕地类型 Cultivated land types	1997 年		2008 年		1997—2008 年面积变化 Change of area/ 10^4hm^2
	面积 Area/ 10^4hm^2	比例 Proportion/%	面积 Area/ 10^4hm^2	比例 Proportion/%	
灌溉水田	151.51	7.55	148.50	7.61	-3.01
望天田	0.85	0.04	0.83	0.04	-0.02
水浇地	970.81	48.37	961.76	49.27	-9.05
旱地	850.93	42.40	813.58	41.68	-37.35
菜地	32.84	1.64	27.22	1.40	-5.62
总面积	2006.94	100.00	1951.89	100.00	-55.05

注：数据来源于《黄淮海平原土地利用》[20]。

4.1.3 耕地数量变化的地域分异特征

1997—2008年黄淮海平原5省2市耕地变化呈现明显的地域分异特征(表4)。1)从变化量来看,耕地面积减少最多的省份为河北省,达到21.01万 hm^2 ,其次是北京市,减少了9.96万 hm^2 ,然后是安徽省7.42万 hm^2 ,变化最少的是江苏省2.64万 hm^2 。2)从变化强度来看,北京市最高。一方面由于1997年北京市耕地面积的基础数据较低,相同的变化量更容易产生较高变化强度的结果;另一方面,作为首都的经济辐射作用较强,城市化进程加快,各种用地矛盾突出,尤其是为迎接奥运会,建设用地大

幅增加,耕地变化强度绝对值达到37.16。其次是天津、河北和安徽省,变化强度绝对值在2.83~8.40,变化强度较小的是江苏省、山东省和河南省,变化强度绝对值小于2。3)从空间变化分异指数来看,北京市、河北省和安徽省都达到了10以上,对黄淮海平原耕地减少的贡献率较高,说明这些地区是引起黄淮海耕地变化的主要区域;天津市、山东省和河南省的空间变化分异指数在7.39~9.79之间,较为接近,说明在城镇化发展中也占用了不少耕地;江苏省的空间变化分异指数为4.80,说明其在城镇化发展过程中较少占用耕地。

表4 黄淮海平原2008年对比1997年的耕地变化

Table 4 Contrast of cultivated land changes between 1997 and 2008 in Huang-Huai-Hai plain

地域 Regions	1997年面积 Area/ 10^4hm^2	2008年面积 Area/ 10^4hm^2	变化量 Variation/ 10^4hm^2	变化强度 Change intensity	动态度 Dynamic degree/%	空间变化分异指数 Space differentiation index
北京	26.80	16.84	-9.96	-37.16	-3.10	18.09
天津	48.44	44.37	-4.07	-8.40	-0.70	7.39
河北	514.83	493.82	-21.01	-4.08	-0.34	38.17
江苏	194.89	192.26	-2.64	-1.35	-0.11	4.80
安徽	262.15	254.72	-7.42	-2.83	-0.24	13.48
山东	447.78	442.39	-5.39	-1.20	-0.10	9.79
河南	512.05	507.49	-4.56	-0.89	-0.07	8.28

注:除北京市、天津市和河北省是完整的行政区划外,由于黄淮海平原研究的需要,其他省份为平原区的城市汇总数据。

Note: In addition to Beijing city, Tianjin city and Hebei province is the complete administrative division, other provinces involve only plain city, due to the need of the research in Huang-Huai-Hai plain.

4.2 城镇化进程对耕地质量变化的影响

黄淮海平原耕地数量减少的同时,也引起耕地质量的损失。因为城镇发展占用耕地的70%以上是区位较好、有灌溉设施、熟化程度好、生产能力高的优质耕地,而开发复垦增加的耕地及新开垦荒地的质量较低。按熟制估算的粮食单产,灌溉水田和水浇地在13 500~15 000 kg/hm^2 之间,从农田设施完备程度和生产能力分类都属于较优质耕地;菜地一般是位于郊区的肥沃耕地,区位条件和土壤质地都属于较优质耕地;望天田和旱地的粮食单产在9 000~10 500 kg/hm^2 之间,从农田设施完备程度和生产能力分类应属于较劣质耕地^[20]。从表5可以看出耕地地类变化的规律:1)较劣质耕地整体变化量和变化强度都超过较优

质耕地,而部分优质耕地的变化较大。具备灌溉条件的优质的灌溉水田、水浇地和菜地面积都有所减少,变化量为17.68万 hm^2 ,变化强度为-1.53;较劣质耕地变化量为37.37万 hm^2 ,变化强度为-4.39。而优质耕地中的水浇地变化量较大,菜地变化强度较高。2)优质耕地比例小幅提高。一方面由于耕地总面积减少,且较劣质耕地的变化量更大,优质耕地比例略微提高,由1997年的57.56%上升到2008年的58.28%;另一方面由于开展土地整理工作,加大农业基础设施的投资力度,农田水利数量有所增加质量不断提高,使得优质耕地保持在一定水平。然而优质耕地大量流失的趋势仍然会影响其粮食生产能力,加之不合理的利用,造成耕地污染严重,耕地质量还是呈现整体下降的态势。

表5 黄淮海平原耕地质量变化表

Table 5 Quality changes of cultivated land in Huang-Huai-Hai plain

耕地质量类型 Quality type of cultivated land	二级地类 Secondary type of cultivated land	1997年		2008年		变化量 Variation/ 10^4hm^2	变化强度 Change intensity
		面积 Area/ 10^4hm^2	比例 Proportion/%	面积 Area/ 10^4hm^2	比例 Proportion/%		
较优质耕地	灌溉水田	151.51	7.55	148.5	7.61	-3.01	-1.99
	水浇地	970.81	48.37	961.76	49.27	-9.05	-0.93
	菜地	32.84	1.64	27.22	1.39	-5.62	-17.11
	合计	1155.16	57.56	1137.48	58.28	-17.68	-1.53
较劣质耕地	望天田	0.85	0.04	0.83	0.04	-0.02	-2.35
	旱地	850.93	42.40	813.58	41.68	-37.35	-4.39
	合计	851.78	42.44	814.41	41.72	-37.37	-4.39

5 城镇化对耕地变化的驱动力分析

5.1 城镇化驱动力指标体系构建

城镇化是第二、三产业在城镇集聚,农村人口不断向非农产业和城镇转移,城镇数量增加、规模扩大,城镇生产方式和生活方式向农村扩散,城镇物质文明和精神文明向农村普及的经济、社会发展过程^[27]。城镇化主要涉及到人口、经济、空间、生活方式等方面,其中经济发展是基础,人口和空间扩张是其表现,生活方式改善是其最终目标^[28]。影响城镇化进程的最根本动力来自经济发展,是产业结构升级带来的人口和非农产业向城镇集中。农业发展为城镇化发展提供物质基础,工业化所引起的经济增长是推动城镇化的第一股力量,进入后工业化社会后,第三产业成为容纳城市劳动力的主要方向。

因此本文主要研究城镇化与土地利用变化的内在驱动关系,选取人口城镇化指标(城镇人口比例)、经济城镇化指标(人均国内生产总值、建成

区固定资产投资额、第二产业产值比例、第三产业产值比例)、空间城镇化指标(城市用地面积、建制镇用地面积)及生活方式城镇化指标(城镇居民可支配收入、农村居民人均纯收入)4个方面9类指标来测度城镇化与土地利用变化之间的关系,构建城镇化驱动力指标体系。

5.2 城镇化驱动力的主成分分析

运用主成分分析法,对上述指标体系进行分析^[29]:其中: Y 为耕地面积,万 hm^2 ; X_1 为城镇人口比例,%; X_2 为人均国内生产总值,万元; X_3 为建成区固定资产投资额,亿元; X_4 为第二产业产值比例,%; X_5 为第三产业产值比例,%; X_6 为城市用地面积,万 hm^2 ; X_7 为建制镇用地面积,万 hm^2 ; X_8 为城镇居民可支配收入,元; X_9 为农村居民人均纯收入,元。主成分分析法一方面能够揭示不同城镇化驱动因子影响程度的差异,另一方面能够反映不同区域城镇化驱动力的差异与特点。运用统计分析软件SPSS18进行分析计算,经过指标综合后得到5省2市的特征值及方差贡献率与累计贡献率(表6)。

表 6 特征值及方差贡献率表
Table 6 Eigen values and total variance explained

区域 Regions	第一主成分 First principal component			第二主成分 Second principal component		
	特征值 Eigen value	方差贡献率 Variance contribution ratio/%	累计贡献率 Accumulated variance contribution rate/%	特征值 Eigen value	方差贡献率 Variance contribution ratio/%	累计贡献率 Accumulated variance contribution rate/%
北京市	8.696	96.624	96.624	0.227	2.517	99.141
天津市	7.829	86.986	86.986	0.888	9.870	96.856
河北省	7.611	84.566	84.566	0.925	10.277	94.843
江苏省	8.238	91.530	91.530	0.429	4.764	96.294
安徽省	7.395	82.163	82.163	1.351	15.009	97.172
山东省	7.739	85.984	85.984	1.018	11.315	97.298
河南省	7.631	84.790	84.790	0.973	10.815	95.605

通过表6可以看出,5省2市的累计贡献率都达到了94%以上,完全符合主成分分析的要求。在此基础上,经过25次迭代,根据主成分载荷计算公式可得到主成分载荷矩阵(表7),也就是主成分与各变量之间的相关系数矩阵。

从城镇化驱动力指标与第一主成分的相关系数来看,有较强的规律性:1)城镇人口比例 X_1 对所有区域第一主成分载荷都在0.9以上,证明城镇人口的增长对耕地影响最直接最普遍。2)经济城镇化指标 $X_2 \sim X_5$ 对第一主成分载荷出现分异。人均国内生产总值 X_2 和建成区固定资产投资额 X_3 的相关系数分别在0.97和0.94以上,体现出经济增长对城镇化的推动作用显著,对耕地影响明显;产业对城镇化的推动作用由于城镇化水平和城镇化特

点的不同而差异显著。北京市城镇化水平最高,主要靠第三产业拉动,因而第二产业比例 X_4 载荷为-0.996,第三产业比例 X_5 载荷为0.995;天津市的城镇化发展主要靠工业推动,因而 X_4 载荷为0.953, X_5 为-0.662;工业发展推动城镇化发展的河北省和江苏省 X_4 载荷都高于 X_5 ;山东省和河南省由于第三产业产值比例增速远远低于二产,而出现 X_5 的载荷为负值;安徽省由于第三产业产值比例增速明显高于第二产业产值比例增速, X_5 的载荷远高于 X_4 。3)空间城镇化指标 X_6 和 X_7 的载荷都较高,并且城镇用地增长越快的区域,其载荷越高,说明建设用地增长对耕地影响非常显著。4)生活城镇化指标 X_8 和 X_9 的载荷都为正值且载荷较高,说明经济收入差异等生活方式的吸引对城镇化推动作用明显。

表7 主成分载荷矩阵
Table 7 Principal component matrix

区域 Regions	变量 Variable	人口城镇化 指标 Population urbanization indexes	经济城镇化指标 Economic Urbanization indexes			空间城镇化指标 Spatial Urbanization indexes		生活方式城镇化指标 Lifestyle Urbanization indexes		
		城镇人口 比例 X_1 Proportion of urban population	人均国内生 产总值 X_2 Per capita GDP	建成区固定资 产投资额 X_3 Fixed investments of Built-up areas	第二产业产 值比例 X_4 Proportion of second industry output value	第三产业产 值比例 X_5 Proportion of tertiary industry output value	城市用地 面积 X_6 Area of urban land	建制镇用 地面积 X_7 Area of organic town	城镇居民可 支配收入 X_8 Urban per capita disposable income	农村居民人均 纯收入 X_9 Rural per capita net income
北京市	第一主成分	0.997	0.977	0.995	-0.996	0.995	0.973	0.942	0.983	0.987
	第二主成分	0.026	0.204	0.016	0.033	-0.032	-0.186	-0.316	0.167	0.141
天津市	第一主成分	0.910	0.980	0.958	0.935	-0.662	0.987	0.960	0.973	0.983
	第二主成分	0.295	0.157	0.152	-0.335	0.743	-0.013	-0.128	0.203	0.178
河北省	第一主成分	0.967	0.985	0.948	0.961	0.708	0.730	0.963	0.980	0.980
	第二主成分	-0.034	-0.155	-0.286	0.087	0.577	0.626	-0.163	-0.166	-0.177
江苏省	第一主成分	0.957	0.976	0.966	0.977	0.870	0.920	0.983	0.988	0.967
	第二主成分	0.199	-0.208	-0.233	0.007	0.455	0.151	-0.003	-0.072	-0.237
安徽省	第一主成分	0.975	0.977	0.996	0.453	0.662	0.980	0.977	0.996	0.973
	第二主成分	-0.161	0.166	0.045	0.870	-0.718	0.030	-0.091	-0.022	0.115
山东省	第一主成分	0.989	0.994	0.988	0.934	-0.194	0.995	0.973	0.982	0.993
	第二主成分	0.066	0.052	-0.038	-0.148	0.977	-0.017	0.157	0.037	0.077
河南省	第一主成分	0.919	0.989	0.994	0.973	-0.350	0.961	0.983	0.961	0.969
	第二主成分	0.299	-0.004	0.066	-0.069	0.932	0.059	0.003	0.040	-0.042

5.3 城镇化对耕地影响的多元回归模型

在用主成分分析对自变量的载荷分析的基础上,再建立城镇化的驱动力因子与耕地变化的多元线性回归经验模型来分析黄淮海平原不同区域的

城镇化因子与耕地变化的内在联系。运用统计分析软件进行线性回归分析,得出5省2市1997—2008年耕地变化与城镇化驱动力因子之间的多元线性回归模型,如表8所示。

表8 城镇化对耕地影响的多元回归模型
Table 8 Multiple regression model of impact on cultivated land under urbanization

区域 Regions	回归模型 Regression models	相关性 Relativity
北京市	$Y=147.786-1.418X_1-2.204X_2+0.002X_3+0.032X_4-4.536X_5-8.861X_6-4.809X_7+35.911X_9$	调整 $R^2=0.998$
天津市	$Y=53.977-0.799X_1-0.381X_2+0.01X_3+0.666X_4+0.725X_5-3.314X_6-4.809X_7-1.483X_8+0.244X_9$	调整 $R^2=0.996$
河北省	$Y=616.662-0.220X_1+2.9X_2-0.07X_3-0.758X_4+1.175X_5-3.072X_6-11.514X_7-33.750X_8-54.611X_9$	调整 $R^2=0.993$
江苏省	$Y=201.917-0.203X_1-4.565X_2+0.003X_3+0.022X_4-0.007X_5-0.728X_6-1.424X_7+0.798X_8+2.576X_9$	调整 $R^2=0.993$
安徽省	$Y=719.594-13.685X_1+5.070X_2-0.035X_3+1.363X_4+0.598X_5-116.325X_6-126.957X_7+27.802X_8-22.069X_9$	调整 $R^2=0.945$
山东省	$Y=376.842-2.151X_1-20.836X_2-0.005X_3-0.301X_4-0.060X_5-1.925X_6-3.354X_7+4.405X_8+125.589X_9$	调整 $R^2=0.885$
河南省	$Y=583.137-1.163X_1-0.007X_2-0.331X_3-0.033X_4-2.215X_5-1.622X_6-1.413X_7+15.151X_9$	调整 $R^2=0.941$

注: Y 为耕地面积, 10^4hm^2 ; X_1 为城镇人口比例, %; X_2 为人均国内生产总值, 万元; X_3 为建成区固定资产投资额, 亿元; X_4 为第二产业产值比例, %; X_5 为第三产业产值比例, %; X_6 为城市用地面积, 10^4hm^2 ; X_7 为建制镇用地面积, 10^4hm^2 ; X_8 为城镇居民可支配收入, 元; X_9 为农村居民人均纯收入, 元。
Note: Y is area of cultivated land, 10^4hm^2 ; X_1 is proportion of urban population, %; X_2 is per capita GDP, 10^4 Yuan; X_3 is fixed investments of Built-up areas, 10^8 Yuan; X_4 is proportion of second industry output value, %; X_5 is proportion of tertiary industry output value, %; X_6 is Area of urban land, 10^4hm^2 ; X_7 is area of organic town, 10^4hm^2 ; X_8 is urban per capita disposable income, Yuan; X_9 is rural per capita net income, Yuan.

通过上述回归模型,对各省市耕地变化与部分城镇化驱动因子关系进行分析。北京市耕地变化与人口城镇化水平(X_1)、城市用地面积(X_6)、建制镇用地面积(X_7)、城镇居民可支配收入(X_8)呈现负相关性,与农村居民人均纯收入(X_9)呈现正相关性,说明其城镇化过程中经济发展和城镇扩张对耕地影响显著,农民收入的提高有利于耕地面积的稳定;天津市耕地变化与人口城镇化水平(X_1)、

城市用地面积(X_6)、建制镇用地面积(X_7)、城镇居民可支配收入(X_8)呈现负相关,与第二产业产值比例(X_4)和第三产业产值比例(X_5)呈现正相关,说明城镇化过程中经济发展和城镇扩张对耕地影响显著,而产业结构调整对耕地减少影响并不显著;河北省耕地变化与人口城镇化水平(X_1)、城市用地面积(X_6)、建制镇用地面积(X_7)、城镇居民可支配收入(X_8)、农村居民人均纯收入(X_9)

呈现负相关性，与第三产业产值比例 (X_3) 呈现正相关，说明城镇扩张和收入增加对耕地影响显著，产业结构调整对耕地影响不显著；江苏省耕地变化与人口城镇化水平 (X_1)、人均国内生产总值 (X_2)、建制镇用地面积 (X_7) 呈现负相关，与农村居民人均纯收入 (X_9) 呈现正相关，说明城镇化过程中经济增长和城镇扩张对耕地减少影响显著，而农民收入的提高有利于耕地面积的稳定；安徽省耕地变化与人口城镇化水平 (X_1)、城市用地面积 (X_6)、建制镇用地面积 (X_7) 呈现负相关性，与人均国内生产总值 (X_2)、第二产业产值比例 (X_4) 呈现正相关性，说明其城镇化过程中人口增长、城镇用地扩张对耕地影响显著，而产业结构调整对耕地影响不太明显；山东省耕地变化与人口城镇化水平 (X_1)、人均国内生产总值 (X_2)、城市用地面积 (X_6)、建制镇用地面积 (X_7) 呈现负相关，与农村居民人均纯收入 (X_9) 呈现正相关性，说明人口聚集、经济发展和城镇扩张对耕地影响明显，而农民收入的提高有利于耕地面积的稳定；河南省耕地变化与人口城镇化水平 (X_1)、城市用地面积 (X_6)、建制镇用地面积 (X_7)、城镇居民可支配收入 (X_8) 呈现负相关，与农村居民人均纯收入 (X_9) 呈现正相关性，说明城镇化过程中人口聚集和城市规模的扩张对耕地变化影响显著，农民收入的提高有利于耕地面积的稳定。

5.4 政策建议

1) 城镇化是以经济增长和居民生活水平提高为目标，而非单纯城镇化水平的提高，更不能以大量占用耕地和牺牲生态环境为代价。通过本文的实证分析可以证明，城镇化的发展完全可以适时适度推进，避免大量占用耕地，牺牲粮食安全和生态环境。城镇化的推进走“产业拉动、聚集人口、少占耕地、集约用地、城乡统筹、生态友好”的新型城镇化发展模式是明智选择。

2) 城镇化的发展不应以阶段之分而选择是否走集约道路，人地关系的和谐发展亦不能自发产生，只有在城镇化的不同阶段通过政府调控和规划引导，制定针对性的集约政策和发展规划来实现。

3) 城镇化的发展应与产业政策和产业规划紧密衔接。对大城市而言，通过将工业从中心城区分离出来，带动人口和产业用地向卫星城聚集，避免城乡结合部建设用地对耕地的无序蚕食^[30-31]；对于中小城镇而言，通过独特的产业和企业集群提高自身的核心竞争力，促进人口聚集与用地集约；对于小城镇而言，通过培育企业集群^[32]，再造小城镇发展动力，促进农业剩余劳动力就地城镇化。本文前述分析可

以看出，不同区域产业发展对城镇化拉动作用及对耕地影响差异显著，因此在产业发展带动经济发展的同时，通过合理的产业规划，集约利用土地，优化用地布局，既发展了经济又保护了耕地和生态环境，从而真正促进城镇化的和谐发展。

6 结 论

1) 通过分析说明，人口城镇化驱动因子（人口城镇化水平）、空间城镇化驱动因子（城市用地面积、建制镇用地面积）对研究区普遍影响显著。而经济城镇化驱动因子（第二产业产值比例、第三产业产值比例、人均国内生产总值、建成区固定资产投资额）和生活方式城镇化驱动因子（城镇居民可支配收入、农村居民人均纯收入）因各研究区域所处城镇化阶段和发展特点而呈现不同规律。

2) 通过实证说明，天津市 1997—2008 年城镇化水平提高 2.48 个百分点，人均国内生产总值、城镇居民可支配收入和农村居民人均纯收入增量居第二位，仅次于北京市，而占用较少的耕地面积，接近于江苏省的占用耕地水平，取得较高城镇化效益而付出较低城镇化代价。江苏省 1997—2008 年城镇化水平提高 14.56 个百分点，是黄淮海平原城镇化进程推进最快的省份，建成区固定资产投资额增幅居第二位，而城镇化占用耕地系数为-0.18，远低于其他省份。

分析城镇化与耕地变化的关系，需要大量社会经济数据和土地数据进行主成分分析和构建相关性模型。考虑数据之间的匹配性和适用性，选取了 1997—2008 年间的相关数据。希望在今后进一步的研究中加大时间跨度和空间范围，以加强对城镇化分析的针对性和广泛性。

[参 考 文 献]

- [1] 仇保兴. 中国特色的城镇化模式之辩——“C 模式”：超越“A 模式”的诱惑和“B 模式”的泥淖[J]. 城市规划, 2008, 32(11): 9—14.
Qiu Baoxing. The differentiation pattern of urbanization with Chinese characteristics: C mode: Beyond A pattern of temptation and B mode of trap[J]. City Planning Review, 2008, 32(11): 9—14. (in Chinese with English abstract)
- [2] 姚远, 李效顺, 曲福田. 中国经济增长与耕地资源变化计量分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(14): 209—215.
Yao Yuan, Li Xiaoshun, Qu Futian, et al. Quantitative analysis of relationship between economy growth and cultivated land change in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(14): 209—215. (in Chinese with English abstract)

- [3] 蔡运龙, 汪涌, 李玉平. 中国耕地供需变化规律研究[J]. 中国土地科学, 2009, 23(3): 11—18.
Cai Yunlong, Wang Yong, Li Yuping.. Study on changing relationship of demand and supply of cultivated land in China[J]. China Land Science, 2009, 23(3): 11—18. (in Chinese with English abstract)
- [4] 李效顺, 曲福田, 张绍良. 基于国际比较与策略选择的
中国城市蔓延治理[J]. 农业工程学报, 2011, 27(10): 1—10.
Li Xiaoshun, Qu Futian, Zhang Shaoliang. Urban sprawl control in China based on international comparison and strategy selection[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2011, 27(10), 1—10. (in Chinese with English abstract)
- [5] 张国平, 张增祥, 刘纪远. 近 10 年来中国耕地资源的
时空变化分析[J]. 地理学报, 2003, 56(3): 323—332.
Zhang Gouping, Zhang Zengxiang, Liu Jiyan. Spatial-temporal changes of cropland in China for the past 10 years based on remote sensing[J]. Journal of Geographical Sciences, 2003, 56(3): 323—332. (in Chinese with English abstract)
- [6] 徐宪立, 蔡玉梅, 张科利, 等. 耕地资源动态变化及其
影响因素分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(3): 75—79.
Xu Xianli, Cai Yumei, Zhang Keli, et al. Study on dynamic change of cultivated land resources and causes of the changes[J]. China Population Resources and Environment, 2005, 15(3): 75—79. (in Chinese with English abstract)
- [7] 曲福田, 吴丽梅. 经济增长与耕地非农化的库兹涅茨曲
线假说及其验证[J]. 资源科学, 2004, 26(5): 61—67.
Qu Futian, Wu Limei. Hypothesis and validation on the Kuznets Curves of economic growth and farm land conversion[J]. Resources Science, 2004, 26(5): 61—67. (in Chinese with English abstract)
- [8] 吴群, 郭贯成, 万丽平. 经济增长与耕地资源数量变
化: 国际比较及其启示[J]. 资源科学, 2006, 28(4): 45—51.
Wu Qun, Guo Guancheng, Wan Liping. Economic growth and change of cultivated land quantity: An international comparison and illumination[J]. Resources Sciences, 2006, 28(4): 45—51. (in Chinese with English abstract)
- [9] 宋戈, 吴次芳, 王杨. 黑龙江省耕地非农化与经济发
展的 Granger 因果关系研究[J]. 中国土地科学, 2006, 20(3): 32—37.
Song Ge, Wu Cifang, Wang Yang. The granger causality test between cultivated land and economic development in Heilongjiang province[J]. China Land Science, 2006, 20(3): 32—37. (in Chinese with English abstract)
- [10] 姜广辉, 张凤荣, 吴建寨, 等. 北京山区建设用地扩
展及其与耕地变化关系研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(10): 88—93.
Jiang Guanghui, Zhang Fengrong, Wu Jianzhai, et al. Construction land expansion and its relationship with cultivated land in Beijing mountainous areas[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2006, 22(10): 88—93. (in Chinese with English abstract)
- [11] 吴玉鸣, 冯仁勇. 岩溶区城镇化与耕地资源动态变动
的面板数据分析: 以广西河池地区为例[J]. 资源科学, 2010, 32(5): 985—991.
Wu Yuming, Feng Renyong. Panel data analysis of dynamic relationships between urbanization and cultivated land resources in Karst regions: A case study on Hechi in Guangxi[J]. Resources Science, 2010, 32(5): 985—991. (in Chinese with English abstract)
- [12] 贾绍凤, 张豪禧, 孟向京. 我国耕地变化趋势与对策
再探讨[J]. 地理科学进展, 1997, 16(1): 24—30.
Jia Shaofeng, Zhang Haoxi, Meng Xiangjing. Forecast and countermeasures of the change of the cultivated area of China[J]. Progress in Geography, 1997, 16(1): 24—30. (in Chinese with English abstract)
- [13] 葛向东, 彭补拙, 濮励杰, 等. 耕地总量动态平衡
的监测和预警研究[J]. 自然资源学报, 2002, 17(1): 35—41.
Ge Xiangdong, Peng Buzhou, Pu Lijie, et al. A research into monitoring and early-warning of dynamic balance maintenance of total farmland[J]. Journal of Natural Resources, 2002, 17(1): 35—41. (in Chinese with English abstract)
- [14] 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 Jiyan, 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 (Transactions of the CSAE), 2005, 21(4): 56—60. (in Chinese with English abstract)
- [15] 郑海霞, 童菊儿, 徐扬. 发达地区耕地资源的时空变
化及其驱动力实证研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(4): 75—78.
Zheng Haixia, Tong Juer, Xu Yang. Spatio-temporal changes of farmland resources and their driving forces in developed areas[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2007, 23(4): 75—78. (in Chinese with English abstract)
- [16] 杨萍果, 赵建林. 河北省耕地资源时空格局演变和驱
动力[J]. 农业工程学报, 2008, 24(8): 95—99.
Yang Pingguo, Zhao Jianlin. Temporal and spatial evolution of farmland resources and its driving forces in Hebei Province[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(8): 95—99. (in Chinese with English abstract)
- [17] 许月卿, 李秀彬. 河北省耕地数量动态变化及驱动因

- 子分析[J]. 资源科学, 2001, 23(5): 28—32.
- Xu Yueqing, Li Xiubin. Analysis of dynamic change and driving forces of farmland in Hebei province[J]. Resources Science, 2001, 23(5): 28—32. (in Chinese with English abstract)
- [18] 冯晓琳, 李明, 梅惠. 湖北省耕地变化的驱动力研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(21): 13140—13142.
- Feng Xiaolin, Li Ming, Mei Hui. Driving forces of cultivated land use change in Hubei province[J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2011, 39(21): 13140—13182. (in Chinese with English abstract)
- [19] 叶延琼, 章家恩, 李韵, 等. 基于农用地变化的社会经济驱动因子对广东省农业生态系统服务价值的影响[J]. 农业现代化研究, 2011, 32(6): 740—743.
- Ye Yanqiong, Zhang Jiaen, Li Yun, et al. Impact of socio-economic driving factors of agricultural land use change on agroecosystem service values in Guangdong province[J]. Research of Agricultural Modernization, 2011, 32(6): 740—743. (in Chinese with English abstract)
- [20] 郝晋珉. 黄淮海平原土地利用综述[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2013: 19—22, 142, 148.
- [21] 周宁, 郝晋珉, 邢婷婷, 等. 黄淮海平原地区交通优势度的空间格局[J]. 经济地理, 2012, 32(8): 91—96.
- Zhou Ning, Hao Jinmin, Xing Tingting, et al. The spatial configuration of transport superiority in Huang-Huai-Hai plain[J]. Economic Geography, 2012, 32(8): 91—96. (in Chinese with English abstract)
- [22] 陈炳椒, 倪凤娣, 周维禄. 重庆市耕地变化及驱动力分析[J]. 西南农业大学学报: 社会科学版, 2010, 8(4): 15—19.
- Chen Xianshu, Ni Fengdi, Zhou Weilu. Driving forces of cultivated land use change in Chongqing[J]. Journal of Southwest Agricultural University: Social Science Edition, 2010, 8(4): 15—19. (in Chinese with English abstract)
- [23] 杨朝现, 谢德体, 陈荣蓉, 等. 重庆市不同经济区耕地动态变化及其驱动力差异性分析[J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 171—174.
- Yang Chaoxian, Xie Deti, Chen Rongrong, et al. Different analysis on dynamic change of cultivated land and its driving forces in different economic regions of Chongqing[J]. Journal of Soil and Water Conservatio, 2005, 19(2): 171—174. (in Chinese with English abstract)
- [24] 周青, 黄贤金, 濮励杰, 等. 快速城镇化农村区域土地利用变化及驱动机制研究: 以江苏省原锡山市为例[J]. 资源科学, 2004, 26(1): 22—30.
- Zhou Qing, Huang Xianjin, Pu Lijie, et al. Tendency and driving mechanism of land use change in the rapid-urbanization country area: The case of former Xishan City, Jiangsu province[J]. Resources Science, 2004, 26(1): 22—30. (in Chinese with English abstract)
- [25] 左玉强, 刘伟, 朱德举, 等. 万柏林区城乡结合部的耕地变化定量分析[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 293—297.
- Zuo Yuqiang, Liu Wei, Zhu Deju, et al. Cultivated land changes in urban area of Wanbailin district[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2004, 21(1): 293—297. (in Chinese with English abstract)
- [26] 张兆福. 城镇化进程中土地利用变化理论及实证研究[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2012: 43—63.
- [27] 简新华. 城市化道路与中国城镇化: 中国特色的城镇化道路研究之一[J]. 学习与实践, 2003(10), 42—44.
- Jian Xinhua. The road of urbanization and Chinese urbanization: One of the researches of the road of urbanization with Chinese characteristics[J]. Study and Practice, 2003(10): 42—44. (in Chinese with English abstract)
- [28] 廖进中, 韩峰, 张文静, 等. 长株潭地区城镇化对土地利用效率的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(2): 30—36.
- Liao Jinzhong, Han Feng, Zhang Wenjing, et al. The positive analysis of the effect of urbanization on land utilization efficiency in Changsha, Zhuzhou and Xiangtan[J]. China Population, Resources and Environmen, 2010, 20(2): 30—36. (in Chinese with English abstract)
- [29] 俞勇军, 陆玉麒. 江阴市耕地变化驱动因素及耕地利用效率定量研究[J]. 经济地理, 2002, 22(4): 440—443, 447.
- Yu Yongjun, Lu Yuqi. Quantitative studies on the using efficiency and driving factors of changing of cultivated land in Jiangyin city[J]. Economic Geography, 2002, 22(4): 440—443, 447. (in Chinese with English abstract)
- [30] 仇保兴. 我国耕地保护政策的悖论与对策初探[J]. 城市规划, 2006, 30(9): 9—14.
- Qiu Baoxing. The paradox of the cultivated land protection policy and countermeasures discussion in China[J]. City Planning Review, 2006, 30(9): 9—14. (in Chinese with English abstract)
- [31] 仇保兴. 我国的城镇化与规划调控[J]. 城市规划, 2002, 26(9): 10—20.
- Qiu Baoxing. Urbanization and planning control in China[J]. City Planning Review, 2002, 26(9): 10—20. (in Chinese with English abstract)
- [32] 仇保兴. 新型工业化、城镇化与企业集群[J]. 现代城市研究, 2004, 21(6): 17—23.
- Qiu Baoxing. New industrialization, urbanization and enterprise cluster[J]. Modern Urban Research, 2004, 21(6): 17—23. (in Chinese with English abstract)

Difference analysis of effect of rapid urbanization on cultivated land changes in Huang-Huai-Hai plain

Meng Peng, Hao Jinmin^{*}, Zhou Ning, Hong Shuman

(Department of Land Resources Management, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: Through the research of the internal relations of urbanization process and cultivated land change in Huang-Huai-Hai Plain, the paper reveals the regularity of urbanization process in different regions. The purpose is to provide a decision basis for the preservation of cultivated land and the sustainable development of urbanization in China based on data analysis and empirical contrast. By using the method of principal component analysis (PCA) and multiple linear regression model, land use change, the quality and quantity changes of cultivated land in Huang-Huai-Hai plain were analyzed. There were obvious differences in the 5 provinces and 2 cities during the urbanization from 1997 to 2008, such as the urbanization process, the speed of economic growth, the changes of industrial structure, growth of urban land area. With the rapid urbanization, the area of cultivated land presented decreasing trend year by year. The enhancing range and the development speed of urbanization negatively related with the change intensity and reducing speed of cultivated land change, and the change also presented a wave of increase and decrease. The cultivated land change of study area showed the obvious regional characteristics. For example, the biggest decline of cultivated land area in Hebei Province reached 210,100 hm², while the least decline of cultivated land area in Jiangsu Province reached 26,400 hm². The overall quality of cultivated land presented decline trend. More than 70% percent of the occupation of the cultivated land for the urban construction was the high quality arable land with good location, irrigation facilities, highly production capacity. However, the quality of arable land newly increased by reclamation and new development was lower. By selecting population urbanization factors, economic urbanization factors, spatial urbanization factors and lifestyle urbanization factors, the index system of driving force of urbanization was established. Based on PCA, some regularities can be revealed: At first, the population growth affecting on cultivated land change in these regions was the most direct and common; Secondly, the promoting functions of economic indicators were significant different due to the features of urbanization and the level of urbanization. Next, the influence of construction land growth on cultivated land was very significant, because that the space urbanization indicators load was higher; Lastly, life urbanization indicators were positive and high load, which showed that the attractions of lifestyle including income differences have an obvious role in promoting urbanization. Based the multiple linear regression model of driving force factors of urbanization and cultivated land change, it was showed that the commonness and difference of the relationship between urbanization process and cultivated land change in different regions in Huang-Huai-Hai Plain. According to those analyses, some conclusions and suggestions can be put forward. The urbanization can be promoted timely and moderately, to avoid massively occupying arable land at the expense of food security and ecological environment. So the conclusion can be drawn that occupation of less farmland, intensive use of construction land and preservation of cultivated land is the wise choice for the new urbanization development model with reasonable environmental policies.

Key words: land use, principal component analysis, regression analysis, models, urbanization, cultivated land change, driving force factors

(责任编辑: 张俊芳)