

# 基于主成分分析法的钦州市耕地面积变化及其驱动力分析

吴美琼<sup>1</sup>, 陈秀贵<sup>2</sup>

(1. 广西水利电力职业技术学院, 广西南宁 530023; 2. 广西国土资源规划院, 广西南宁 530028)

**摘要:**以钦州市为例,采用主成分分析方法,从经济、人口、农业和土地4个方面选取了13个因子,分析其在2001~2010年对耕地面积变化的影响,揭示耕地面积变化的作用机制,从而为制定合理的耕地保护政策提供依据。研究结果表明:①钦州市耕地面积总体呈逐年下降趋势,年平均减少约460 hm<sup>2</sup>。②钦州市耕地面积变化的主要因子是经济社会发展、人口增加和农业生产发展,这3者构成了耕地面积变化主要驱动力。③可以从减少建设占用、加强土地开发利用、加强农业结构调整的引导和管理等3个方面遏制钦州市耕地面积减少的势头。

**关键词:**耕地面积变化;耕地保护;钦州市

**中图分类号:**F301.21      **文献标识码:**A      **文章编号:**1000-0690(2014)01-0054-06

土地是人类赖以生存和发展的基础,耕地是土地资源中最重要的组成部分。耕地的数量和质量涉及到国家的粮食安全,耕地保护一直是土地管理工作的重中之重。在国外,耕地保护问题在很久以前就成为了人们研究的问题<sup>[1]</sup>,耕地的数量保护和质量保护则是研究中的2个重要内容<sup>[2-3]</sup>;人们分别从不同学科和不同的角度,对经济高速发展中的耕地保护问题进行了深入的探讨。国外土地利用/覆被变化的驱动机制研究中,主要是通过收集大量的资料,进行分析比较<sup>[4]</sup>。在建立驱动力模型方面,国外研究学者也较成功的建立了一些模型,如IMAGE模型、CENTURY模型、PAT模型等<sup>[5]</sup>。研究认为,单一区域的情况下,气候、人口和宏观经济政策将产生对土地变化起共同作用<sup>[6]</sup>。中国历来就对耕地保护十分重视<sup>[7]</sup>,1996年开始强调实现耕地总量动态平衡,力图遏制耕地数量减少和质量降低的趋势<sup>[8]</sup>,耕地保护的研究也从单纯研究耕地数量不减少向数量不减少、质量有提高、与环境和谐发展的方向转变<sup>[9]</sup>。通过研究,有些学者认为,经济发展、人口增长、城镇化发展、农村人口向城镇转移等因素,才是导致耕地变化的主要

驱动力<sup>[10-11]</sup>。由于耕地保护自身的理论研究比较缺乏,对耕地变化驱动力因素的研究中,大多停留在宏观的层面上<sup>[12]</sup>。本文对钦州市耕地变化的研究,重点考虑人类生产生活行为对耕地变化造成的影响。钦州市是广西南部沿海城市,经济快速发展,经济发展状况、地理位置和土地利用都具有一定的代表性,对钦州市耕地变化驱动力的研究,除了为钦州市的耕地保护提出对策外,对其他地区的耕地保护工作也有着重要的借鉴意义。

## 1 研究区概况

钦州市地处广西南部沿海,三面环山一面临海,土地总面积108×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>。钦州市东北和西北部主要是山地,丘陵约占总面积的45.74%。钦州市属亚热带季风气候区,光热条件丰富、雨水充沛,是全国光热水资源最丰富的地区之一。钦州市的土壤母岩、母质类型主要为页岩风化物 and 花岗岩为主,土壤多呈酸性反应。2010年钦州市生产总值达到520.67亿元,全社会固定资产投资451.6亿元,财政收入58.4亿元,综合经济实力在广西各地级市中处于中游水平<sup>[13]</sup>。

**收稿日期:**2013-01-07; **修订日期:**2013-03-15

**基金项目:**钦州市土地利用总体规划修编项目资助。

**作者简介:**吴美琼(1979-),女,广西融安人,硕士,讲师,主要从事土地资源开发利用与保护研究。E-mail:522800748@qq.com

## 2 研究方法与数据来源

### 2.1 研究方法

在耕地利用过程中,不同经济社会发展阶段、不同区域和不同国家政策环境下,耕地变化驱动力都不一定是等效的。本文根据钦州市 2001~2010 年的土地利用数据和驱动指标有关数据,采用主成分分析法,分析耕地面积变化的驱动力因素,并对各主要驱动力因素对耕地面积变化的影响情况进行分析。主成分分析方法(Principal Component Analysis, PCA),是多元统计分析中的一种重要方法,是将多个变量通过线性变换以选出重要变量的一种多元统计分析方法,用这种方法可以找到几个综合因子来代表原来众多的变量,并且这几个综合因子能反映原来绝大多数的信息<sup>[14]</sup>。本文所采用的主成分分析软件为 SPSS。

### 2.2 数据来源

本文采用的基础数据主要是 2001~2010 年共 10 a 的数据,包括耕地面积、地区生产总值、第一产业、第二产业、固定资产投资、财政收入、总人口、农业人口、粮食总产量、人均粮食产量、粮食单产、作物播种面积、建设用地审批面积、建设占用耕地面积等方面。数据来源于钦州市国土资源局提供的 2001~2010 年土地利用变更调查数据<sup>①</sup>,钦州市政府工作报告<sup>②</sup>及相关年份广西统计年鉴<sup>[15]</sup>。

## 3 钦州市耕地面积变化及其驱动力分析

根据钦州市土地利用变更调查数据,2001~

2010 年,钦州市耕地面积呈减少趋势(图 1)。(本文将农业结构调整过程中被改为园地、林地、草地和坑塘水面,且耕作层未被破坏的土地,即可调整地类,列入耕地面积进行统计。即耕地面积为纯耕地面积加上可调整地类的面积)。从图 1 可以看出,2001~2010 年钦州市耕地共净减少 4 600 hm<sup>2</sup> (已剔除因第二次土地调查异常增加的耕地),年平均减少 460 hm<sup>2</sup>。

### 3.1 驱动力因子选择

耕地面积变化的驱动因子很多,本文根据主成分分析研究的基本要求和钦州市现有的基础资料情况,选取了分别代表经济、人口、农业和土地 4 个方面的 13 个分析因子,选取 2001~2010 年的数据作为分析样本。为了方便数据显示,在各社会经济因子相关矩阵表中,以  $X_1, \dots, X_{13}$  分别代表各因子:  $X_1$ : 地区生产总值(亿元),  $X_2$ : 第一产业(亿元),  $X_3$ : 第二产业(亿元),  $X_4$ : 固定资产投资(亿元),  $X_5$ : 财政收入(亿元),  $X_6$ : 总人口(万人),  $X_7$ : 农业人口(万人),  $X_8$ : 粮食总产量(10<sup>4</sup>t),  $X_9$ : 人均粮食产量(kg),  $X_{10}$ : 粮食单产(kg/hm<sup>2</sup>),  $X_{11}$ : 作物播种面积(10<sup>3</sup>hm<sup>2</sup>),  $X_{12}$ : 建设用地审批面积(hm<sup>2</sup>),  $X_{13}$ : 建设占用耕地面积(hm<sup>2</sup>)。

### 3.2 主成分分析

应用统计数据处理分析软件(SPSS)对钦州市的数据进行主成分分析后,得出有关结果如表 1。

相关系数矩阵反映了各个相关系数检验的显著性水平,值越大,相关性越高。从相关系数矩阵(表 1)中可以看出,影响钦州市耕地数量的 13 个因子中,有较大相关性的有:  $X_1$  与  $X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ ;

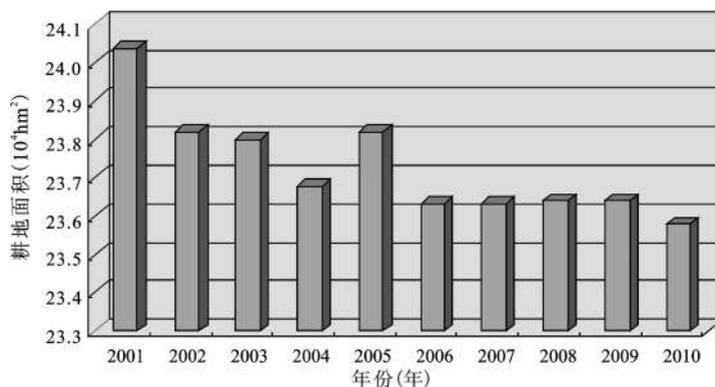


图1 2001~2010年钦州市耕地面积变化

Fig.1 Changes of cultivated land in Qinzhou City in 2001-2010

① 钦州市国土资源局.钦州市土地利用变更调查数据库,2010年.

② 钦州市人民政府.2001~2010年钦州市人民政府工作报告.

表1 耕地变化驱动力变量相关系数矩阵

Table 1 Correlation matrix of driving forces variable of cultivated land's changes

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
$X_1$	1.000	0.994	0.995	0.980	0.987	0.981	0.991	-0.501	-0.820	-0.698	-0.077	0.832	0.814
$X_2$	0.994	1.000	0.983	0.981	0.983	0.967	0.980	-0.439	-0.773	-0.644	-0.056	0.834	0.812
$X_3$	0.995	0.983	1.000	0.960	0.978	0.974	0.983	-0.518	-0.827	-0.704	-0.089	0.797	0.781
$X_4$	0.980	0.981	0.960	1.000	0.984	0.972	0.983	-0.497	-0.809	-0.712	-0.029	0.906	0.882
$X_5$	0.987	0.983	0.978	0.984	1.000	0.958	0.980	-0.505	-0.805	-0.714	-0.055	0.894	0.876
$X_6$	0.981	0.967	0.974	0.972	0.958	1.000	0.995	-0.544	-0.862	-0.759	-0.097	0.826	0.825
$X_7$	0.991	0.980	0.983	0.983	0.980	0.995	1.000	-0.531	-0.848	-0.757	-0.076	0.858	0.854
$X_8$	-0.501	-0.439	-0.518	-0.497	-0.505	-0.544	-0.531	1.000	0.893	0.871	0.534	-0.484	-0.529
$X_9$	-0.820	-0.773	-0.827	-0.809	-0.805	-0.862	-0.848	0.893	1.000	0.930	0.369	-0.717	-0.746
$X_{10}$	-0.698	-0.644	-0.704	-0.712	-0.714	-0.759	-0.757	0.871	0.930	1.000	0.322	-0.729	-0.777
$X_{11}$	-0.077	-0.056	-0.089	-0.029	-0.055	-0.097	-0.076	0.534	0.369	0.322	1.000	0.115	0.045
$X_{12}$	0.832	0.834	0.797	0.906	0.894	0.826	0.858	-0.484	-0.717	-0.729	0.115	1.000	0.987
$X_{13}$	0.814	0.812	0.781	0.882	0.876	0.825	0.854	-0.529	-0.746	-0.777	0.045	0.987	1.000

$X_2$ 与 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_7$ ； $X_3$ 与 $X_7$ ； $X_4$ 与 $X_5$ 、 $X_7$ ； $X_{12}$ 与 $X_{13}$ 。这些因子相关系数最高为0.995，最低为0.981，这说明它们之间有着相互的联系。

贡献率越大，说明该主成分所包含的原始变量的信息越强。主成分个数 $k$ 的选取，主要根据主成分的累积贡献率来决定，即一般要求累计贡献率达到85%以上，这样才能保证综合变量能包括原始变量的绝大多数信息<sup>[6]</sup>。由特征值和主成分贡献率表(表2)可知，第一、第二主成分的累计贡献率已达91.353%，并且前两个主成分的特征值都大于1，达到了分析要求，故只需求出第一、第二主成分即可。根据主成分载荷计算公式，计算各变量在各主成分上的载荷得到主成分矩阵。

表2 特征值和主成分贡献率

Table 2 Eigenvalues and principal component contribution rate

主成分	特征值	贡献率(%)	累计贡献率(%)
1	10.163	78.178	78.178
2	1.713	13.175	91.353
3	0.687	5.287	96.640
4	0.287	2.207	98.847
5	0.090	0.689	99.536
6	0.040	0.306	99.842
7	0.015	0.118	99.960
8	0.005	0.039	99.999
9	0	0.001	100.000
10	6.955E-16	5.350E-15	100.000
11	2.555E-16	1.965E-15	100.000
12	1.317E-16	1.013E-15	100.000
13	-8.552E-17	-6.579E-16	100.000

从主成分载荷矩阵(表3)可以看出，第一主成分与地区生产总值( $X_1$ )、第一产业( $X_2$ )、第二产业( $X_3$ )、固定资产投资( $X_4$ )、财政收入( $X_5$ )、总人口( $X_6$ )、农业人口( $X_7$ )等7个因素有较大的相关，这些因子反映了经济社会发展和人口增长，因此第一主成分可以认为是经济社会发展和人口增长的代表。第二主成分与粮食作物播种面积( $X_{11}$ )、粮食总产量( $X_9$ )有较大的相关，因此，第二主成分可以认为是农业生产效益的代表。根据主成分载荷，选取的13个因子可以归为3类，即：经济发展、人口增长和农业发展。以上分析说明，钦州市耕地变化的主导因素是经济发展、人口增长、农业发展<sup>[7]</sup>。

表3 主成分载荷矩阵

Table 3 Loading matrix of principal component

变量	第一主成分	第二主成分	变量	第一主成分	第二主成分
$X_1$	0.970	0.138	$X_8$	-0.649	0.690
$X_2$	0.954	0.195	$X_9$	-0.905	0.378
$X_3$	0.961	0.111	$X_{10}$	-0.835	0.404
$X_4$	0.976	0.173	$X_{11}$	-0.139	0.852
$X_5$	0.976	0.156	$X_{12}$	0.897	0.214
$X_6$	0.975	0.079	$X_{13}$	0.897	0.134
$X_7$	0.984	0.111			

### 3.3 主导因素对耕地面积变化分析

#### 3.3.1 经济因素对耕地面积变化影响

2001~2010年，钦州市地区生产总值(GDP)由144.09亿元增加到了520.67亿元(图2)，这10a的GDP总量达到了2 677.51亿元，比2001年增加了

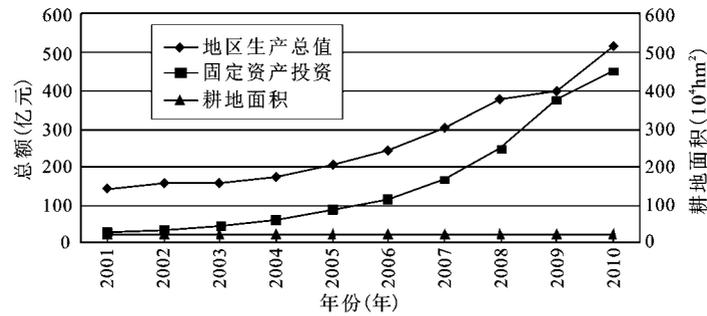


图2 2001~2010年钦州市GDP、固定资产投资和耕地面积变化情况

Fig.2 Changes of GDP, Fixed asset investment and cultivated land in Qinzhou City in 2001-2010

17.58倍;固定资产投资由28.93亿元增加到451.6亿元。而同期耕地面积减少了4600 hm<sup>2</sup>。可见经济发展对耕地变化有着重大影响。一方面,经济快速发展,对建设用地需求急剧增加,不可避免地占用大量的耕地,尽管国家要求实现“占补平衡”,但是实际上,很难做到“数量、质量”同时平衡;另一方面,经济发展导致生活水平普遍提高,人们对居住环境有了更高的要求,需要大量建设住房、基础设施和公共设施,也必然占用部分耕地,这也会导致耕地数量减少。

### 3.3.2 人口因素对耕地面积变化影响

2001~2010年,钦州市总人口从329.85万人增加到379.11万人,增加了49.26万人,同期钦州市耕地面积从 $24.04 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>减少到 $23.58 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,减少了 $0.46 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>(图3)。随着人口增长和城镇化率提高,城市发展不断向周边发展,大量的农用地(包括耕地)转变为非农用地为主的城镇地区,未来的城镇化发展也会继续占用更多的耕地。人

口增加对耕地面积变化的影响主要体现在2个方面:一是人口的增加需要更多的耕地来保证粮食需求;二是人口的增加必然需要占用更多的耕地用于农村居民点、城镇建设用地和公共、基础设施,由此,导致了人地矛盾加剧。

### 3.3.3 农业因素对耕地面积变化影响

钦州市光热条件丰富、雨水充沛,土地适宜性广,农业比较发达,2010年全市农业产值132.21亿元,占地区生产总值25.4%。农民在农业生产中会根据土地利用经济效益来选择土地经营方式,而不同的经营方式对耕地面积的影响十分明显。主要有以下几个因素对耕地面积变化产生影响。①农业种植结构调整。由于种植香蕉、荔枝等果树的产值明显高于种植水稻等传统作物,很多农民自发进行了农业结构调整,部分耕地被调整为果园。根据土地利用变更调查数据,仅2005年,钦州市农业结构调整共占用耕地6634 hm<sup>2</sup>,主要集中在灵山、浦北县和钦北区,挖塘养鱼养虾主要分布

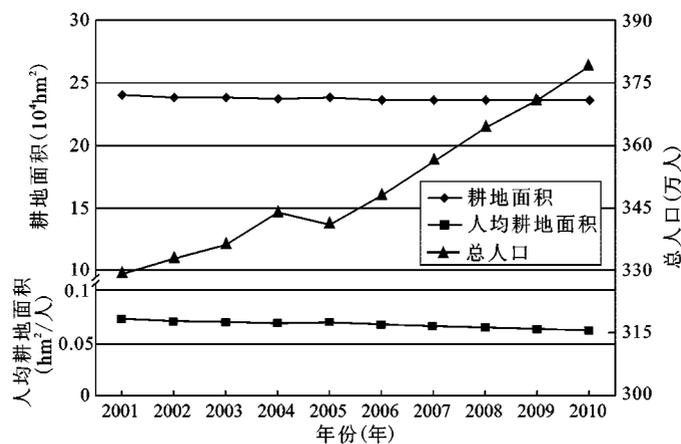


图3 钦州市2001~2010年人口和耕地面积变化情况

Fig.3 Changes of population and cultivated land area in Qinzhou City in 2001-2010

在钦南区,其中改园占用 $5\,909\text{ hm}^2$ 、改林占用 $46\text{ hm}^2$ 、改养殖水面占用 $676\text{ hm}^2$ 。②农村产业结构的调整,导致了农村人口开始向城市发展,耕地劳力投入不足,耕地闲置撂荒情况加剧,时间一长,这些闲置丢荒的耕地由于得不到投入,退化十分迅速,导致耕地减少。③随着农业生产的发展,在农业生产中施用的化肥、农药越来越多,对土壤、环境等造成严重的破坏,导致耕地质量不断下降<sup>[18]</sup>。

## 4 结 论

1) 钦州市耕地面积从2001年的 $24.04\times 10^4\text{ hm}^2$ 减少到2010年的 $23.58\times 10^4\text{ hm}^2$ ,净减少 $4\,600\text{ hm}^2$ ,年平均减少 $460\text{ hm}^2$ ,总体呈逐年下降趋势。

2) 钦州市驱动耕地面积变化的因子主要是经济社会发展、人口增加和农业生产发展,这三者构成了耕地面积变化主要驱动力。

3) 为了遏制耕地面积减少势头,确保粮食安全,缓解主要驱动力对耕地面积减少的影响,建议采取以下措施:一是尽量减少建设占用耕地。促使土地利用方式由粗放型向集约型转变,减少耕地占用;根据钦州市属低山丘陵地貌的特点(丘陵面积约占土地总面积的45.74%),推进低丘缓坡土地利用,促使工业和城镇建设上山,减少建设占用耕地数量;根据钦州市属沿海城市的特点,在保证海洋环境安全的基础上,适当加大填海造地数量。二是要努力盘活存量土地,通过旧城改造、废弃工矿用地复垦、空心村整理、农村宅基地管理等途径提高土地节约和集约利用水平,通过土地整治、引进种植大户集中经营等方式加强耕地的日常管护,从而解决城镇化快速发展农村人口大量入城后的农村土地问题。三是根据钦州市耕地调整为果园、鱼塘等可调整地类面积较大的特点,加强可调整地类的保护和管理,正确引导农业结构调整,及时复耕复种,避免结构调整造成耕地破坏。

影响耕地面积变化的因素很多,包括自然因素、经济因素和政策因素等,这些因素综合在一起,形成了耕地变化驱动力。本文仅从经济因素对钦州市耕地变化及其驱动力进行了研究。土

壤、气候、地形、自然灾害等自然因素和不同时期的国家土地利用政策对耕地面积变化的影响,还需要进一步做更细致的研究。此外,结合遥感影像和耕地动态变化模型来研究区域耕地空间格局变化特征,也是下一步需要深入研究的方向。

## 参考文献:

- [1] Marlow Vesterby. Land use and demographic change: Results from fast growth countries[J].Land Economics,1991,67(3): 279-291.
- [2] Steiner F.County approaches to farmland protection: an valuation [J].Journal of Soil and Water Conservation,2006,6:125-128.
- [3] Spaviding B W. Future use of agricultural land for nonagricultural purpose [J].Journal of Soil and Water Conservation,2005,2: 15-19.
- [4] 史培军,陈 晋,潘耀忠.深圳市土地利用变化机制分析[J].地理学报,2000,55(1): 151~160.
- [5] 摆万奇,赵士洞.土地利用和土地覆盖变化研究模型综述[J].自然资源学报,1997,12(2):169~175.
- [6] Veldkamp A, Lambin E F. Predicting land-use change[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2001, 85: 1-6.
- [7] 唐 健.我国耕地保护制度与政策研究[M].北京:中国社会科学出版社,2006:6.
- [8] 汪秀莲,戴建旺.耕地保护决策支持系统建设理论与实践[M].北京:地质出版社,2008.
- [9] 孙 娟,林振山,孙 燕.我国耕地总量的动力预测及其建议[J].自然资源学报,2005,20(2):200~205.
- [10] 李建强,任 大,邬昕珏,等.四川省耕地数量变化过程及其驱动力研究[J].四川农业大学学报,2004,22(1):45~48.
- [11] 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[J].资源科学,2004,26(1):22~30.
- [12] 何旭开.土地利用变化研究进展述评及展望[J].经济研究导刊, 2010,100(26):51~53.
- [13] 陈秀贵.耕地变化驱动力及耕地保护对策研究——以钦州市为例[D].武汉:中国地质大学,2012.
- [14] 赵小汎,代力民,陈文波,等.耕地与建设用地变化驱动力比较分析[J].地理科学,2008,28(2):214~217.
- [15] 广西壮族自治区统计局.广西统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2001~2011.
- [16] 傅德印.主成分分析中的统计检验问题[J].统计教育,2007, 96(9): 4~7.
- [17] 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.
- [18] 刘彦彤,张延军,赵 玲.长春市耕地动态变化及其驱动力分析[J].地理科学,2011,31(7): 869~872.

## Changes in Arable Land Area in Qinzhou City and Its Driving Force Based on the Principle Component Analysis

WU Mei-qiong<sup>1</sup>, CHEN Xiu-gui<sup>2</sup>

(1. *Guangxi Technology College of Water Conservancy and Electric Power, Nanning, Guangxi 530023, China;*

2. *Land and Resources Planning Institute of Guangxi, Nanning, Guangxi 530028, China*)

**Abstract:** The protection of arable land use plays an important role in the food security and it is of great importance to protect arable land resources. In the process of arable land use, driving forces that affect the changes in arable land area is rather complicated. With Qinzhou City as a case study, in order to provide a guidance for making reasonable policy in protecting arable land, this article is to research the driving forces from 2001 to 2010 that affect the arable land changes and reveal this mechanism, adopting the principle component analysis in terms of economy, population, agriculture and land. The study indicates that the arable land area in Qinzhou City decreases annually with an average of 460 ha. The main reasons are construction land use and disaster destroy as well as abandoned land. Economy and social developments as well as agriculture development that affect arable land changes in Qinzhou City are also the major driving forces of arable land changes. Meanwhile, economy and social development inevitably occupy a certain amount of arable land, but it is difficult to make up arable land with the same quality and quantity, which results in the decrease of arable land. The increasing population will boost the process of urbanization, where residences and infrastructures will occupy large amount of arable land. Agriculture that affects arable land changes mainly reflects on the industry adjustment, in which farmers readjust the agricultural structure automatically according to the benefits and it leads to the decreasing quality and quantity of a certain amount of arable land. Measures such as reducing construction land use and developing land use as well as raising land use efficiency can be taken to curb the trend of decreasing arable land in Qinzhou City. Effective plans such as land reclamation and using the used land as well as saving land use can be made to control land decreasing to protect arable land to a greater extent.

**Key words:** arable land area change; arable land protection; Qinzhou City