

# 基于PSR模型的耕地生态安全与粮食安全状态评价

——以济宁市为例

董倩桦

中国农业大学, 北京  
Email: 2018301010114@cau.edu.cn

收稿日期: 2021年7月26日; 录用日期: 2021年8月23日; 发布日期: 2021年8月31日

## 摘要

耕地生态安全与粮食安全互相作用, 互相影响, 在我国的农业发展中共同发挥着重要作用。寻找两者之间的联系、精确评估两者的状态, 对于正确处理人地关系、进而保证粮食安全具有重要意义。以山东省济宁市为研究对象, 结合当地社会农业发展特点, 选取人均耕地面积、人口密度、人均粮食产量等20个指标, 利用PSR模型, 对于济宁市近10年耕地生态安全和粮食动态变化进行分析与评估。应用灰色预测模型, 对于特定县域的粮食安全与耕地生态安全状态的发展趋势进行预测。研究发现, 济宁市当地粮食安全与耕地生态安全耦合性较低, 尤其是耦合协调度极低, 两者并非相互促进的关系; 济宁市粮食安全状态与耕地生态安全状态均呈现下降的趋势; 未来五年, 特定县域粮食安全状态有好转趋势, 但耕地生态安全状态却呈现持续恶化的趋势。政府已积极做出响应, 且在部分地区已取得效果。

## 关键词

耕地生态安全, 粮食安全, PSR指标, 灰色预测

# Evaluation of Cultivated Land Ecological Security and Food Security State Based on PSR Model

—A Case Study of Jining City

Qianhua Dong

China Agricultural University, Beijing  
Email: 2018301010114@cau.edu.cn

Received: Jul. 26<sup>th</sup>, 2021; accepted: Aug. 23<sup>rd</sup>, 2021; published: Aug. 31<sup>st</sup>, 2021

## Abstract

Cultivated land ecological security and food security interact and influence each other, and play an important role together in China's agricultural development. It is of great significance to find out the relation between the two and evaluate the state of the two accurately for dealing with the relationship between man and land correctly and ensuring food security. Taking Jining city of Shandong Province as the research object, combining with the characteristics of local social agricultural development, 20 indexes such as per capita cultivated land area, population density and per capita grain yield were selected, and the PSR model was used to analyze and evaluate the dynamic changes of cultivated land ecological security and grain yield in Jining city in recent 10 years. The development trend of food security and cultivated land ecological security in specific counties was predicted by using the grey predictive model. It was found that the coupling between the local food security and cultivated land ecological security in Jining was low, especially the coupling coordination degree was extremely low, and they did not promote each other. The state of food security and cultivated land ecological security in Jining showed a downward trend. In the next five years, the state of food security in certain counties will be improved, but the state of cultivated land ecological security will continue to deteriorate. The government has responded positively, and in some areas, it has achieved a result.

## Keywords

Cultivated Land Ecological Security, Food Security, PSR Indicator, Grey Prediction

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

2021年发布的《关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》指出,要提升粮食和重要农产品供给保障能力,切实保障粮食安全。粮食安全与社会稳定和国家安全息息相关,实现粮食安全是确保国家稳定健康发展的必要条件。近年来,虽然我国粮食安全已经有了基本保障,但由于全球变暖背景下极端气候事件的频繁发生、我国全面开放二胎的政策影响,人口与粮食间的供需关系的平衡可能会被打破,粮食安全问题仍应得到持续的重视。

在粮食生产中,土地资源发挥着基础性的作用,由于土地资源的不可取代性和有限性,耕地生态安全问题是能够直接影响我国粮食安全的重要问题。目前,由于对于耕地的不当使用以及经济社会的不平衡发展,我国耕地质量持续下降,耕地占用现象严重。“坚决守住18亿亩耕地红线,确保耕地数量不减少、质量有提高”,是“十四五”时期发展农业农村、推进乡村振兴的基本要求和重要途径。只有深入研究区域耕地生态安全问题,才能真正了解和认识当地农业发展状况,充分评估当地粮食安全状态,确保当地农业的可持续发展。

近年来,由于生态文明建设日益得到重视,越来越多的学者对耕地生态安全进行研究。张传华(2006)将耕地生态安全界定为人类赖以生存和发展的耕地资源所处的生态环境,处于一种不受或少受威胁与破坏的健康、平衡状态,并从这一角度建立指标体系对重庆三峡库区耕地生态安全进行评价[1]。吴大放等(2015)从耕地生态安全研究阶段、概念、特征、驱动因素、评价尺度、评价方法与技术、评价指标体系、模拟预测、保护措施等多个方面总结和分析了国内外耕地生态安全评价的主要研究成果[2]。张安等(2013)

运用 GIS 技术对县域尺度的耕地生态环境安全进行了评价研究[3]。张锐等(2013)在界定耕地生态安全内涵的基础上,运用 PSR 模型,结合熵值法和障碍度模型,对于影响我国耕地生态安全的因素做出研究[4]。罗海平等(2019)首次从粮食安全的角度,研究粮食生产活动与耕地生态安全之间的关系,对粮食主产区粮食安全保障的耕地生态进行分析并提出了相应的建议[5]。

耕地生态安全问题是粮食安全的核心问题,是能否保证经济社会平稳发展的重要问题。之前对于耕地生态安全问题的研究主要集中于耕地的生态状况,很少将其与粮食安全联系起来。即便有相应的研究,也是在全国范围内,少有县域尺度的研究。本文以山东省济宁市作为研究目标,通过构建 PSR 模型,对济宁市近 10 年耕地生态安全和粮食动态变化进行分析与评估,对未来 5 年其发展态势进行预测,并探究粮食安全-耕地生态安全系统之间的发展关系,根据评估结果给出相应的建议。

## 2. 研究区概况

济宁位于鲁西南腹地,处于北纬 34°26′~35°57′,东经 115°52′~117°36′。2019 年,济宁市辖任城区、兖州区、金乡县、嘉祥县、鱼台县、微山县、泗水县、汶上县、梁山县 9 个县(区),代管曲阜市、邹城市。

济宁属鲁南泰沂低山丘陵与鲁西南黄淮海平原交接地带,全市地形以平原为主。济宁属暖温带大陆性季风气候,季风盛行,光照条件好、降水较为集中、雨热同季、无霜期长。

济宁地区的地形、气候均有利于农作物生长,且耕地面积广阔。2019 年,济宁市粮食产量在山东省各市中位居第四,是黄淮海地区粮食主产区之一。但与此同时,济宁市处于淮海平原与鲁中南山地交接地带,生态环境较为脆弱。作为传统的煤炭资源型城市,多年的粗放开采,导致部分地区土地挖损和塌陷,严重威胁了土地生态安全。近年来,由于经济效益的驱动,济宁市耕地面积持续下降,建设用地急剧扩张。因此,有必要对于济宁市耕地生态安全和粮食安全进行评估并据此提出相应对策。

## 3. 粮食安全与耕地生态安全耦合评价模型构建

PSR 模型,即 Pressure (压力) - State (状态) - Response (响应)模型。主要应用于分析环境压力、状态与人类对其做出的响应之间的联系,能够反映政策与效果之间的因果关系[6]。基于 PSR 模型的分析结果,决策者有针对性地采取措施和制定决策。

为客观、恰当的测度中国粮食主产区粮食安全和耕地生态安全两个系统的耦合关系,在评价指标的选择上,本文参照了多位研究者的指标体系,并以现实为基础,筛选与本文密切相关且有适当数据的指标,根据 PSR 模型,构建了粮食安全和耕地生态安全耦合关系的指标评价体系(见表 1)。

Table 1. PSR structure classification of safety indicators

表 1. 安全指标 PSR 结构分类

	压力	状态	响应
粮食安全	人口增长率	人均粮食产量	财政农林水事务支出
	人均耕地面积	粮食总产量	有效灌溉面积
		乡村劳动力资源数	农用排灌动力增加值
		粮食消费量	
耕地生态安全	肥料使用强度	总耕地面积	农村居民农业生产支出
	农药使用强度	人均耕地面积	年度农业机械动力增长率
	人口密度	单位耕地面积粮食总产量	城市污水处理厂集中处理率
	城镇化率	耕地垦殖率	
		单位耕地面积机械动力	

### 3.1. 评价指标体系构建

在压力部分中,指标的选取主要由“需求”和“供给”两方面决定。“人口增长率”、“人口密度”和“城镇化率”直接体现了日益增长的对于粮食和土地的需求,而“人均耕地面积”则能够直接反映对于粮食的供给。而化肥农药的大量施用会造成耕地质量的不断下降,威胁耕地生态安全,间接导致耕地供给下降。

在响应部分中,为顾及数据的可获得性,由“财政农林水事务支出”代表政府对于农业生产的支出,“有效灌溉面积”和“农用排灌动力增长率”综合表示政府在水利建设上的支出。“农村居民农业生产支出”代表农民个人在农业生产上投入的费用,“年度农业机械动力增长率”代表耕地集约化程度的变化,“城市污水处理厂集中处理率”代表了政府在环境污染治理上投入的程度。

### 3.2. 熵权法

指标的变异程度越小,所反映的信息量也越少,其对应的权值也应该越低,这就是熵权法的原理。熵权法是一种客观赋权方法,仅仅通过数据即可获得各个指标的权重。由于其客观性,熵权法其在解决评价类问题的过程中得到广泛应用,常用来确定每个指标所占权重,权重用于计算最终得分。

其计算公式如下:

$$e_j = -k \times \sum_{i=1}^n (p_{ij} \times \ln p_{ij})$$

其中:

$$k = 1/\ln n$$

$$p_{ij} = u'_{ij} / \sum_{i=1}^n u'_{ij}$$

最终算得指标的权重为:

$$w_{ij} = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^m (1 - e_j)}$$

### 3.3. 模型构建

#### 3.3.1. 功效函数构建

所选取的指标中,各个指标对子系统的贡献度可以用功效函数衡量:

$$U_i = \sum_{j=1}^m w_{ij} u'_{ij}$$

式中:  $U_1$  为粮食安全系统,  $U_2$  为耕地生态安全系统。

#### 3.3.2. 耦合关联度模型构建

$$C = \left\{ \frac{2U_1 U_2}{U_1 + U_2} \right\}^k$$

式中:

$k$  为调节系数,由于本文测算两系统之间耦合度,取  $k = 2$ 。

$C$  为两系统的耦合度( $0 \leq C \leq 1$ ),  $C$  越接近 1,表示系统间耦合度越大,  $C = 1$  时,三系统达到良性耦合状态,  $C = 0$  时,三系统无关(具体评价标准见表 2);

**Table 2.** Evaluation criteria of coupling development stage**表 2.** 耦合发展阶段评价标准

耦合度	耦合发展阶段
$C = 0$	粮食安全、耕地生态安全两者无耦合
$0 < C \leq 0.1$	粮食安全、耕地生态安全两者低度耦合
$0.1 < C \leq 0.3$	粮食安全、耕地生态安全两者中度耦合
$0.3 < C \leq 1.0$	粮食安全、耕地生态安全两者高度耦合

### 3.3.3. 耦合协调度模型构建

$C$  只代表两个系统之间的强弱关系, 却不能反映出两个系统协调发展水平的高低, 因此, 本文引入耦合协调度模型:

$$D = \sqrt{C \cdot T}$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2$$

式中:  $D$  为粮食安全与耕地生态安全两系统耦合协调度( $0 \leq D \leq 1$ ), 它反映了同级水平下两个系统协调程度;  $C$  为两系统耦合关联度,  $T$  为两系统协调发展水平的综合评价指数;  $\alpha$  和  $\beta$  为待定系数, 本研究认为粮食安全和耕地生态安全同等重要, 因此设  $\alpha = \beta = 1/2$ 。

为更直接反映粮食安全与耕地生态安全的耦合协调程度, 本文对两个系统的耦合协调度进行了等级划分(见表 3)。

**Table 3.** Classification criteria of coupling coordination types**表 3.** 耦合协调类型划分标准

耦合协调度	等级	耦合协调度	等级
$0 < D \leq 0.1$	高度失调	$0.5 < D \leq 0.6$	初级协调
$0.1 < D \leq 0.2$	中度失调	$0.6 < D \leq 0.7$	中级协调
$0.2 < D \leq 0.3$	低度失调	$0.7 < D \leq 0.8$	高级协调
$0.3 < D \leq 0.4$	濒临失调	$0.8 < D \leq 0.9$	良好协调
$0.4 < D \leq 0.5$	勉强协调	$0.9 < D \leq 1.0$	优质协调

## 4. 济宁市粮食安全与耕地生态安全的评价结果

### 4.1. 粮食安全 - 耕地生态安全系统耦合分析

对于济宁市粮食安全 - 耕地生态安全系统进行耦合分析(见表 4), 结果表明, 粮食安全与耕地生态安全的压力指标的耦合度在 10 年间无太大变化; 而 19 年粮食安全与耕地生态安全的状态指标相互间的耦合度与 10 年相比明显下降; 从 10 年到 19 年, 粮食安全与耕地生态安全的响应指标的水平的耦合关系明显增强。

状态指标间耦合程度的下降, 说明 10 年来粮食安全与耕地生态安全的冲突日益激烈, 亟需改变当前的耕作制度与种植模式, 来保证两者协同发展。而响应指标耦合关系的增强, 反映了政府对于农业发展日益增加的重视程度。然而, 如何使政府的投入发挥真正的作用, 还需要进一步的探索。

**Table 4.** Coupling situation of food security and cultivated land ecological security in counties of Jining city in 2010 and 2019  
**表 4.** 2010 年与 2019 年济宁市各县粮食安全与耕地生态安全耦合情况

指标	地区	耦合关联度 C		耦合协调度 D	
		2019 年	2010 年	2019 年	2010 年
压力(P)	任城区	0.34	0.36	0.24	0.26
	兖州市	0.22	0.21	0.11	0.11
	嘉祥县	0.21	0.22	0.09	0.12
	微山县	0.14	0.09	0.07	0.04
	曲阜市	0.23	0.22	0.12	0.11
	梁山县	0.21	0.18	0.09	0.09
	汶上县	0.18	0.14	0.07	0.06
	泗水县	0.13	0.13	0.04	0.06
	邹城市	0.25	0.25	0.13	0.15
	金乡县	0.22	0.24	0.09	0.12
	鱼台县	0.17	0.14	0.07	0.06
	平均	0.21	0.20	0.10	0.11
状态(S)	任城区	0.19	0.30	0.08	0.18
	兖州市	0.15	0.28	0.06	0.16
	嘉祥县	0.31	0.31	0.20	0.19
	微山县	0.22	0.25	0.10	0.13
	曲阜市	0.23	0.29	0.11	0.17
	梁山县	0.29	0.30	0.17	0.17
	汶上县	0.29	0.28	0.16	0.16
	泗水县	0.16	0.20	0.05	0.08
	邹城市	0.26	0.34	0.13	0.23
	金乡县	0.17	0.21	0.06	0.09
	平均	0.23	0.27	0.11	0.16
响应(R)	鱼台县	0.23	0.29	0.11	0.17
	任城区	0.26	0.11	0.14	0.03
	兖州市	0.24	0.11	0.12	0.03
	嘉祥县	0.26	0.12	0.13	0.03
	微山县	0.18	0.12	0.07	0.03
	曲阜市	0.21	0.07	0.09	0.01
	梁山县	0.26	0.10	0.13	0.03
	汶上县	0.24	0.11	0.12	0.03
	泗水县	0.18	0.11	0.09	0.02
	邹城市	0.29	0.12	0.17	0.03
	金乡县	0.25	0.17	0.12	0.06
	鱼台县	0.23	0.16	0.11	0.05
	平均	0.24	0.13	0.12	0.04

从 2019 年的耦合关联度分析, 两个系统间的三项指标整体均呈现出中度耦合。在压力指标中, 任城区高度耦合, 其余县均为中度耦合; 在状态指标中, 嘉祥县高度耦合, 其余县均为中度耦合; 在响应指标中, 各县均为中度耦合。从耦合协调度分析, 各县两系统间的耦合协调度均较低, 在压力指标中, 仅任城区处于低度失调状态, 其余各县均处于中度或高度失调; 在压力和响应指标中, 各县均处于中度或高度失调状态。

由以上结果可得, 粮食安全与耕地生态安全并非总是处于相互促进的状态中。尽管耕地生态安全要求耕地生态系统处于满足社会经济可持续发展需要的状态, 这其中包括了保障粮食安全这一基本要求, 但与此同时, 耕地生态安全也要求耕地生态系统处于健康、平衡的状态, 减少农业生产对于生态环境尤其是土地生态的负面影响, 这与目前实现粮食安全的一些途径相悖: 如大量使用化肥和农药、实施多年连作、复种指数极高的耕作制度等[7]。因此, 粮食安全与耕地生态安全是对立统一的。对立体现在现阶段的粮食安全很大程度上是通过对于耕地的过度使用而达到的, 粮食的大量产出难免造成耕地质量的下降与耕地生态系统的脆弱, 两者在诸多层面上相互冲突; 统一则是因为耕地生态安全是能够长期保证粮食安全的基础, 如果耕地生态系统持续恶化, 则现在的粮食安全即为短暂的、不可持续的, 是虚假的粮食安全。如何在保障粮食安全的前提下, 逐步地提升耕地安全状态, 是政府应该予以重视的问题。

## 4.2. 县域尺度上粮食安全与耕地生态安全状态演变的原因分析

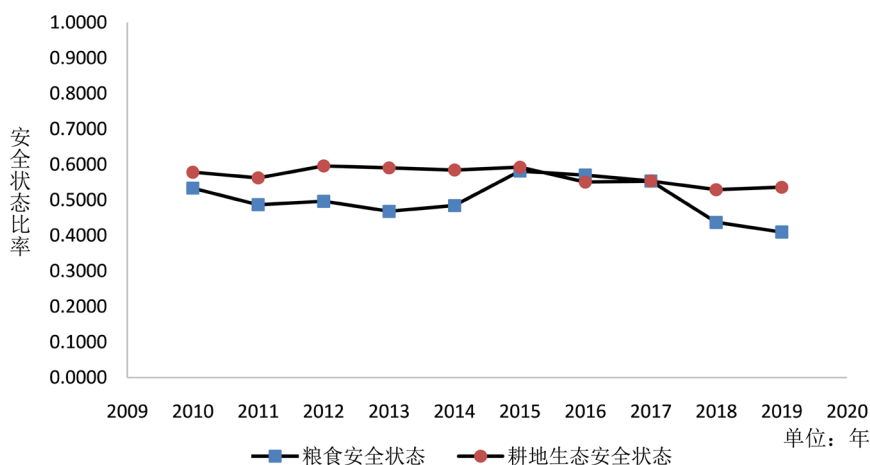
### 4.2.1. 粮食安全与耕地生态安全状态演变

为准确判断济宁市粮食安全与耕地生态安全变化趋势, 本部分收集了 2010~2019 年十年间的数据, 通过对济宁市不同时间节点的系统状态进行分析比较, 研究粮食安全与耕地生态安全的时间变化(见表 5)。

**Table 5.** Changes of food security and cultivated land ecological security in Jining City from 2010 to 2019  
**表 5.** 2010~2019 年济宁市粮食安全与耕地生态安全状态变化情况

年份	粮食安全状态	耕地生态安全状态
2010	0.5338	0.5784
2011	0.4867	0.5624
2012	0.4966	0.5963
2013	0.4684	0.5908
2014	0.4846	0.5845
2015	0.5819	0.5927
2016	0.5702	0.5508
2017	0.5537	0.5534
2018	0.4373	0.5293
2019	0.4099	0.5362

结果显示, 2010~2019 年济宁市的粮食安全状态与耕地生态安全状态均处于不断恶化的状态中(见图 1)。

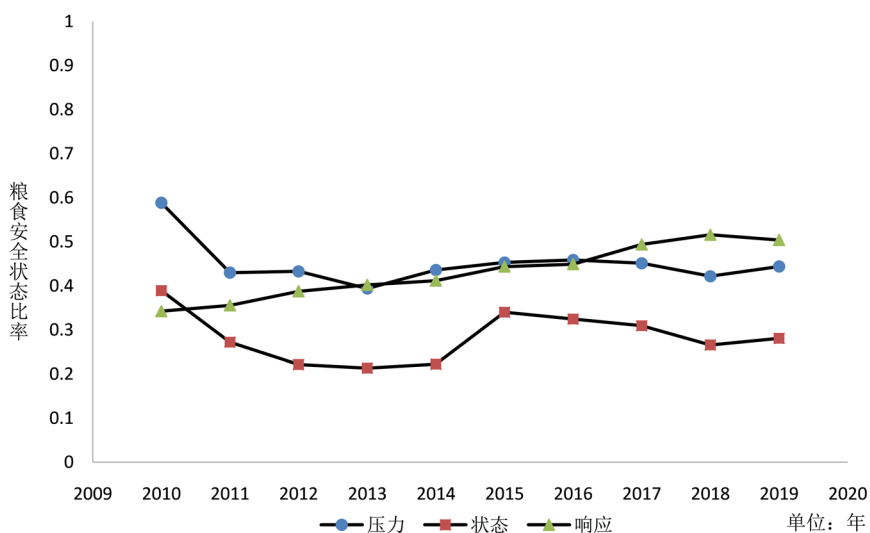


**Figure 1.** Change curve of food security and cultivated land ecological security in Jinning City from 2010 to 2019  
**图 1.** 2010~2019 年济宁市粮食安全与耕地生态安全变化曲线

#### 4.2.2. 粮食安全状态演变的原因分析

济宁市大部分县域粮食安全呈现出先波动式上升, 后缓慢下降的趋势。随着农用地被占、农村劳动力大量流失, 粮食安全问题已不容小觑。

济宁市各地中以金乡县最为典型, 故以金乡县为例进行分析(见图 2)。



**Figure 2.** Change curve of food security indicators in Jinxiang County from 2010 to 2019  
**图 2.** 2010~2019 年金乡县粮食安全各指标变化曲线

金乡县粮食安全从 2010 年至 2013 年持续下降, 从 2013 年起开始回升, 至 2015 年又开始缓慢下降。

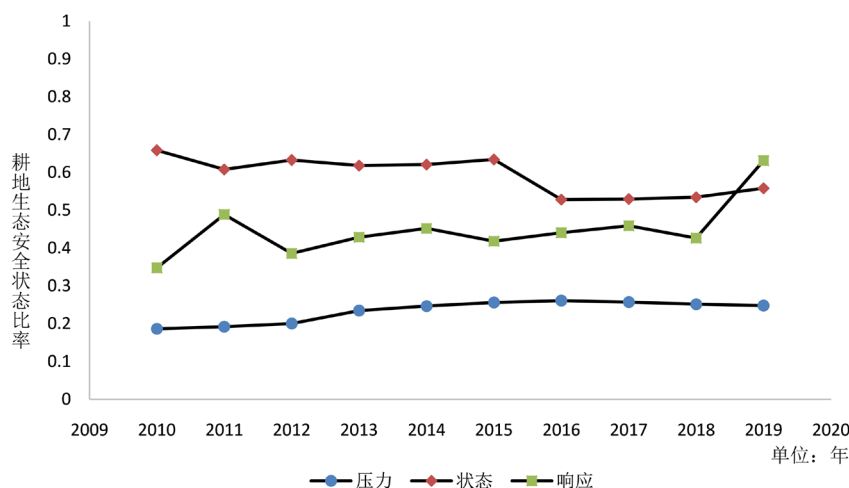
金乡县粮食安全的下降与当地经济作物种植挤占粮食作物种植面积有关。近年来, 为进一步发展金乡的特色产业大蒜, 金乡县通过集中土地流转建设产业基地, 逐步扩大大蒜的种植面积。除了大蒜外白梨瓜、食用菌、镇芹菜等特色农业作物也占据了越来越大的种植面积。

自改革开放以来, 经济作物挤占粮食作物的面积、乃至建筑用地挤占农用地的面积的现象屡见不鲜。发展特色农业或加强城市建设大部分情况下可有效促进区域经济发展, 但经济发展应以保障粮食安全为底线。既要地区经济蓬勃发展、农民脱贫致富, 又要稳定粮食生产能力, 守住粮食生产底线。



### 4.2.3. 耕地生态安全状态演变的原因分析

根据分析结果可得, 济宁各县市的耕地生态安全状态几乎均处于缓慢下降的趋势中, 耕地生态安全持续恶化是不争的事实。但自 2016 年以来, 鱼台县的耕地生态安全状态开始回升。故以鱼台县为例, 分析其耕地生态安全变化的原因(见图 3)。



**Figure 3.** Change curve of indicators of cultivated land ecological security in Yutai County from 2010 to 2019  
**图 3.** 2010~2019 年鱼台县耕地生态安全各指标变化曲线

由图 3 可得, 2010~2016 年, 鱼台县的耕地生态安全压力持续上升, 与之相对应, 耕地生态安全状态也波动式下降。2015~2016 年, 鱼台县耕地生态安全状态急剧下降。而 2010~2019 年, 耕地生态安全响应指标的水平一直处于上升的趋势中。在政府的长期投入下, 自 2016 年起, 耕地生态安全状态最终开始缓慢回升。

鱼台县耕地生态安全状态的好转与当地的政策密切相关。近年来, 鱼台县大力发展林旅融合, 以土地流转为手段, 以市场为导向, 把分散的土地向种植大户、农民合作社等经营主体集中, 实现规模化发展; 创新推广以经济林种植为主的多元发展模式, 积极发展综合性经济林产业, 有效提高了土地集约化程度, 降低了土地生态压力, 提升了耕地生态安全状态。

## 5. 粮食安全与耕地生态安全状态发展分析

### 5.1. 灰色预测模型

在自然界与人类社会中存在多种多样的各种现象, 对于大量客观存在的现象, 人们往往仅知道部分的信息, 由于其它信息的不可获得性, 这一现象的形成机制是不确定的。该现象对应的即为灰色系统: 既含有已知信息又含有未知信息的系统。灰色预测模型(Gray Forecast Model)即是基于解决这种“少信息不确定性”问题、针对灰色系统而相应产生的预测方法[8]。

灰色预测模型通过少量的、不完全的信息, 建立数学模型并做出预测。其所需建模信息少, 运算方便, 建模精度高, 在各种预测领域都有着广泛的应用, 是处理小样本预测问题的有效工具。

尽管在本文的分析中, 粮食安全与耕地生态安全的状态是由供给与需求共同决定的, 可以通过建立指标对其进行初步评估, 但其中复杂的作用机制无法仅靠几个指标表达清楚, 它们对粮食安全与耕地生态安全的综合作用产生的影响更是无法精确衡量。这反映出粮食安全与耕地生态安全系统具有明显的灰色性, 适宜采用灰色预测模型去探究其发生发展的内在规律。

## 5.2. 预测结果

为了进一步了解济宁市粮食安全与耕地生态安全状态的发展趋势，并据此提出对策与建议，本文以济宁市 2010~2019 年粮食安全与耕地生态安全的状态为原始变量，运用灰色预测模型 GM(1,1)，利用 matlab2017 软件对其进行预测求解，分别计算出 2020~2024 年未来五年金乡县的粮食安全状态(见图 4)与鱼台县的耕地生态安全状态(见图 5)。

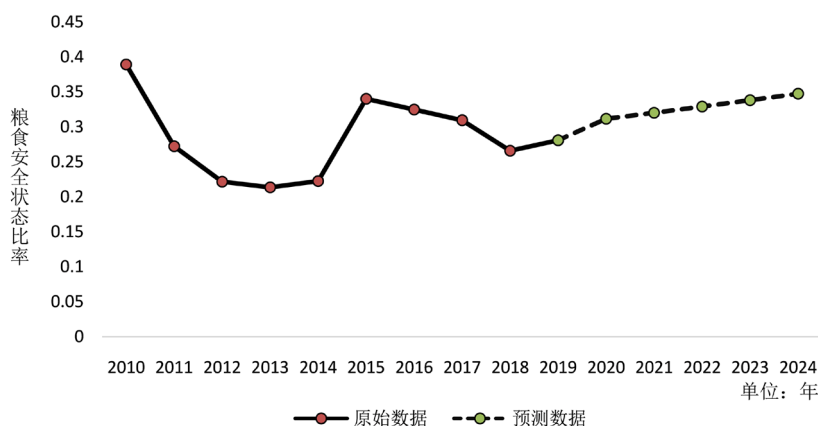


Figure 4. Development trend of food security in Jinxiang County from 2020 to 2024

图 4. 2020~2024 年金乡县粮食安全状态发展趋势

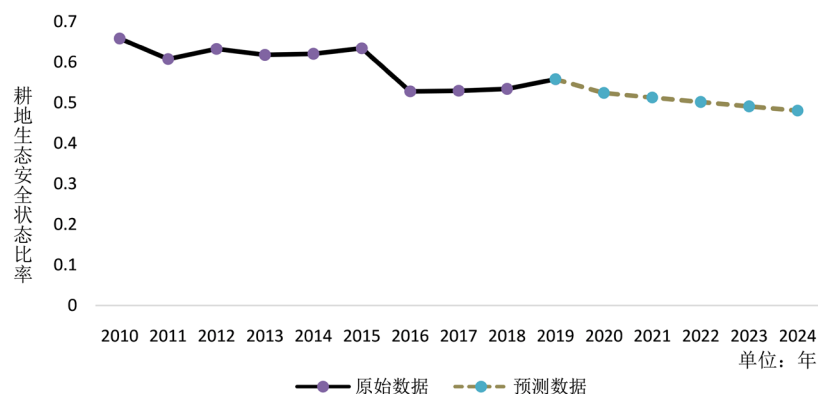


Figure 5. Development trend of cultivated land ecological security in Yutai County from 2020 to 2024

图 5. 2020~2024 年鱼台县耕地生态安全状态发展趋势

### 5.2.1. 粮食安全状态预测

尽管近十年来，金乡县的粮食安全状态波动较大，尤其是 2015~2018 年，金乡县粮食安全状态持续走低。但预测结果显示，未来五年其粮食安全状态的值将保持小幅度上升趋势，并于 2024 年超越 2015 年的水平。从历年预测数据来看，当地的粮食安全状态呈现乐观增长趋势。

这与粮食单产的稳步提升及人口增长的放缓有着密切联系。由于农业育种技术与耕作制度的不断进步，粮食单产总体呈上升趋势，而在人口增长放缓的前提下，供给增加，需求减少，保证粮食安全所面临的压力将越来越小。

### 5.2.2. 耕地生态安全状态预测

根据预测结果，在耕地生态安全状态持续下降的大背景下，鱼台县在未来五年内，耕地生态安全的

状态仍将缓慢但持续恶化。

耕地面积的减少是影响鱼台县耕地生态安全状态、导致其持续恶化的关键因素。农村人口老龄化是造成这一现象的重要原因：农村青年劳动力大量流失，导致农村一部分耕地无人可种，成为荒地、废地。非农用地挤占农用地也是关键因素，受到经济增长和城镇化加速等多方面因素影响，2008年全国奥运经济的热潮过后，济宁房地产市场一直保持上升势头，房价呈现长期波动上涨的特征[9]。经济效益的驱动致使部分农用地转化为建筑用地，导致了耕地面积连年下降。

## 6. 结论与建议

2010~2019年间济宁市耕地生态安全状态总体呈下降趋势，耕地生态环境日益恶化；粮食安全也呈现出波动式缓慢下降的趋势。粮食生态安全与耕地生态安全耦合协调度较低，存在较大冲突，但整体发展态势一致，两者的关系仍是对立大于统一。

由灰色预测模型的预测结果可知，未来五年，济宁市部分县域粮食安全状态将逐步向好发展，但耕地生态安全状态的发展却不容乐观。

### 6.1. 政府应对粮食安全问题予以持续高度关注

首先，政府应继续保持对于粮食安全的高度重视态度，确立把饭碗牢牢端在自己手上的粮食储备底线思维。保障粮食安全，关键在于落实藏粮于地、藏粮于技战略。做好粮食储备，就必须建立和完善粮食储备机制，在粮食战略储备库的基础上，进一步加大储备力度。健全和完善粮食储备立法，实现依法储备、依规储备。通过提高粮食价格或增加农业补贴方式，实现农民收益增加，从而调动农民产粮、售粮积极性，确保国家粮食储备的稳步增长。

科技发展对于保障粮食持续高产稳产具有决定性作用。只有农业科技持续进步，才能在人口不断增长、耕地面积有限的情况下，充分保障粮食安全。要实现乡村振兴，早日实现农业现代化，就要进一步加强农业生产实践与农业科技的联系，加强农业科技创新，改良目前科研体系，倡导科研人员将科学研究与其在实际生产中的应用结合起来，让农民能够及时充分地享受到农业科技的最新成果。采用科学的种植模式与耕作制度，使得农民在少用化肥、农药的情况下，仍能够获得较高的粮食产量。

### 6.2. 加强耕地生态系统的可持续管理

国家应制定相应政策，充分发挥政府相关战略决策对于农业发展的导向作用，既要保证耕地数量，又要保证耕地质量。

保证耕地数量达标是保障耕地生态安全的首要前提。政府应加强和完善耕地保护机制：设立健全的覆盖全国的耕地预测预警系统，定期高频开展土地用途变更调查和土地变更登记；建立耕地保护预警系统；加大土地执法力度[10]。

为有效减少耕地荒置现象、提高农村土地利用效率，政府应完善土地流转相关法律法规，充分保障农户的农地承包权与农地经营权，保护农民的土地经营权流转，使农民放心地转让土地经营权，从而为农地的充分利用和集约化规模经营创造条件。

保护耕地质量则需要政府政策的革新与农业技术的进步。在政策上，应推进粮食收储制度，建立新型农业市场发展模式，除在市场中进行正常收购外，还要有专门机构对其进行补贴。补贴要以农作物生产是否符合可持续发展的要求、是否与生态环境相协调为标准，倡导环境友好型的农业生产方式，通过农业政策的转变引导农业生产方式向更加绿色、更加可持续、更加与生态环境相协调适应发展。

要进一步加强科技创新，提高科技的支撑能力。绿色技术水平能够避免化肥与农药的过度使用、通过合理轮作等种植制度提升保护耕地生态安全状态。

## 参考文献

- [1] 张传华. 耕地生态安全评价研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2006.
- [2] 吴大放, 刘艳艳, 刘毅华, 等. 耕地生态安全评价研究展望[J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(3): 257-267.
- [3] 张安, 孙福军, 贾树海, 等. GIS 在县域耕地生态环境安全评价中的应用研究——以凌源市为例[J]. 土壤通报, 2013, 44(2): 292-295.
- [4] 张锐, 刘友兆. 我国耕地生态安全评价及障碍因子诊断[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(7): 945-951.
- [5] 罗海平, 朱勤勤, 罗逸伦, 等. 耕地生态足迹与生态承载力研究——基于中国粮食主产区 2007~2016 年面板数据[J]. 华东经济管理, 2019, 33(5): 68-75.
- [6] 刘渝, 张俊飏. 中国水资源生态安全与粮食安全状态评价[J]. 资源科学, 2010, 32(12): 2292-2297.
- [7] 吕建树, 吴泉源, 张祖陆, 等. 基于 RS 和 GIS 的济宁市土地利用变化及生态安全研究[J]. 地理科学, 2012, 32(8): 928-935.
- [8] 朱晓华, 杨秀春, 蔡运龙. 基于灰色系统理论的旅游客源预测模型——以中国入境旅游客源为例[J]. 经济地理, 2005, 4(2): 232-235.
- [9] 王丰. 济宁市房地产价格波动特征的实证研究[J]. 全国流通经济, 2019, 4(19): 138-140.
- [10] 朱高峰. 基于耕地保护视角的耕地转型研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉大学, 2019.