
湖北省 2005-2014 年耕地资源安全研究

刘圣欢¹ 彭婵

(华中师范大学, 湖北武汉 430079)

【摘要】为了研究湖北省耕地安全系统演化状况, 基于耕地安全系统理论和耗散结构理论, 从耕地的数量、质量以及生态3个方面构建了指标评价体系, 应用信息熵模型评价了湖北省2005-2014年耕地资源安全状况, 同时对湖北省的耕地资源安全变化状况和发展趋势进行研究, 并制定出了相应的措施保障湖北省耕地资源的安全。

【关键词】耕地安全; 数量-质量-生态安全; 信息熵

【中图分类号】F323.211

【文献标识码】A

【文章编号】1003-8477(2016)11-0053-06

一、引言

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》中要求坚持最严格的耕地保护制度, 坚守耕地红线, 实施藏粮于地、藏粮于技战略, 提高粮食产能, 确保谷物基本自给、口粮绝对安全。中共中央国务院《关于落实发展新理念加快农业现代化实现全面小康目标的若干意见》(《中华人民共和国国务院公报》)中提到: 推动农业可持续发展, 加快形成资源利用高效、产地环境良好、生态系统稳定、产品质量安全的农业发展新格局。

从以上两个文件可以看出, 国家对耕地资源的安全是高度重视。我国是一个农业大国, 农业是国民经济的基础, 耕地是农业的根本。“三农”问题是广大农民热切关注的话题, 耕地作为农业的根本和基础, 它是“三农”问题的核心所在, 与农民的生产和生活息息相关, 耕地作为农村生产关系的基础, 与中国亿万农民的切身利益紧密相连, 直接影响我国经济的发展和社会的稳定, 更是构建和谐社会的必然选择。耕地资源安全与国家的粮食安全、经济安全和社会安全等方面都息息相关, 始终是我国高度关注和头等重要的大事, 它对国民经济和农业的可持续发展起着根本性作用, 具有举足轻重的作用和地位。^{[1](p10-12)}

湖北省是我国的农业大省之一, 也是我国粮食的主要生产地之一, 它不但要保证满足本区域内人们对粮食的需求, 同时还肩负着保障整个国家粮食供给需求水平的艰巨任务。所以, 对湖北省耕地资源安全进行研究具有重要的意义。同时对湖北省的耕地资源安全变化状况和发展趋势进行研究, 从而为保护湖北省耕地资源提供对策和建议。^{[2](p107-111)}

二、数据来源与研究方法

1. 数据来源。

本文所需数据主要来源于《湖北统计年鉴》(2006-2015年)、《湖北农村统计年鉴》(2006-2015年)、《中国统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》。

¹**作者简介:** 刘圣欢(1962—), 男, 华中师范大学经济与工商管理学院教授, 博士生导师; 彭婵(1986—), 女, 华中师范大学博士研究生。

2. 研究方法。

本文采用信息熵对湖北省耕地安全系统进行研究。1948年，申农提出了“信息熵”的概念，把信息进行量化来研究。申农认为：一个变量的不确定性越大，它的熵也就越大，把它研究清楚需要的信息量就更大。即对于一个具有不确定性的系统，假如用随机变量 X 代表其状态特征，那么对于离散型随机变量，假设 x 的取值为 $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ($n>2$)，每一个取值所对应的概率为 $P=\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ ($0 \leq P_i \leq 1, i=1, 2, \dots, n$)，且有 $\sum P_i=1$ ，那么系统的信息熵可以表示为： $S=-\sum P_i \ln P_i$ 。这就是申农公式，该信息熵可用来描述任何一种物质运动或一个系统的混乱度和无序度。信息熵是信息论中用于度量信息量的一个概念，它可以用来度量和反映一个系统的有序化程度。若信息熵越低，则表明这个系统越有序；反之，若信息熵越高，则表明这个系统越混乱。^{[3] (p14-17)}在耕地资源系统中引入信息熵，可以通过定量计算，得出耕地资源安全的信息熵值，然后根据熵值的大小来判断耕地资源的安全程度，来评价分析耕地资源安全的演化方向。熵值为负代表耕地系统有序度在增强，耕地资源安全程度较高；熵值为正代表耕地系统有序度在减弱，耕地资源安全程度较低。

根据耗散结构的特征，耕地资源系统的安全程度要高，系统有序性要增强，就要保证 $d^2S < 0$ ，即要保证 $|dd S| = d^2 S$ ，即 $dd S = dd S_1 + dd S_2 + dd S_3 \geq d^2 S = d^2 S_1 + d^2 S_2 + d^2 S_3$ 。

不同年份的信息熵是通过耕地资源安全系统的熵减和熵增来计算的。如果对 n 个评价指标 m 个年份进行评价， ΔS_1 、 ΔS_2 和 ΔS_3 的公式可表示为：

$$\Delta S = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n \frac{q_{ij}}{q_j} \ln\left(\frac{q_{ij}}{q_j}\right) \quad \text{公式 2.1}$$

式中： q_{ij} 为原始指标的归一化值，。

归一化指标计算时，本文采用直线型处理方法。其计算公式为：

$$q_{ij} = \begin{cases} x_{ij}/\max(x_{ij}) & \text{当指标为正时} \\ \min(x_{ij})/x_{ij} & \text{当指标为负时} \end{cases}$$

式中： q_{ij} 指标的原始值， $\sum_{i=1}^n q_{ij}$ ($i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$)、分别为指标的年份最大值和最小值。

三、湖北省耕地资源安全系统演化分析

1. 基于信息熵的湖北省耕地资源安全指标体系构建。

结合研究区域实际情况，根据指标选取原则和资料收集情况，构建目标层、准则层、指标层三个层次，选取下述24个指标，构建耕地资源安全系统动态变化熵变模型的指标体系来评价湖北耕地资源安全状况（见表1）。

表 1 湖北省耕地资源安全熵变模型的指标体系

目标层	准则层	指标层
耕地 数量 熵变 ΔS_1	耕地 数量 熵减 $d_i s_1$	D1:年内增加的耕地面积(千公顷)
		D2:农民人均纯收入(元)
		D3:人均耕地面积(亩)
		D4:第一产业总产值占 GDP 比例(%)
	耕地 数量 熵增 $d_i s_1$	D5:年内减少的耕地面积(千公顷)
		D6:人口密度(人/平方公里)
		D7:GDP 增长率(%)
		D8:城市化水平(%)
耕地 质量 熵变 ΔS_2	耕地 质量 熵减 $d_i s_2$	D9:有效灌溉面积(千公顷)
		D10:人均粮食占有量(千克)
		D11:旱涝保收面积(千公顷)
		D12:农业机械总动力(万千瓦)
	耕地 质量 熵增 $d_i s_2$	D13:化肥使用量(万吨)
		D14:农药使用量(万吨)
		D15:农用塑料薄膜使用量(万吨)
		D16:旱田比重(%)
耕地 生态 熵变 ΔS_3	耕地 生态 熵减 $d_i s_3$	D17:工业废水排放达标量(万吨)
		D18:工业固体废物综合利用率(万吨)
		D19:水土流失治理面积(千公顷)
		D20:复种指数
	耕地 生态 熵增 $d_i s_3$	D21:废水排放量(万吨)
		D22:工业固体废物产生量(万吨)
		D23:二氧化硫排放量(万吨)
		D24:耕地负载(人/亩顷)

2. 基于信息熵的湖北省耕地资源数量安全系统演化分析。

(1) 依据耕地资源安全指标体系和信息熵的计算方法，计算出湖北省2005-2014 年耕地资源数量安全系统熵值（见表2）。

表 2 湖北省 2005-2014 年耕地资源数量安全系统熵值

目标层	准则层	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
耕地数量熵变 $\Delta S1$	耕地数量熵减 $d_d s1$	0.6253	0.6302	0.6310	0.6407	0.6483	0.6267	0.6605	0.6560	0.6306	0.6366
	耕地数量熵增 $d_d s1$	0.6170	0.6498	0.6384	0.6497	0.6612	0.6483	0.6498	0.6633	0.6612	0.6640
总熵变 $\Delta S1$		-0.0083	0.0196	0.0073	0.0090	0.0129	0.0215	-0.0107	0.0073	0.0306	0.0274

(2) 结果分析。

从表2 和图1、2 可以看出：2005 年-2014 年间，耕地资源数量变化的熵增和熵减处于交错变化的时期。2005 年和2011 年，耕地数量变化的熵减大于熵增，因而这两年耕地数量安全信息总熵是负值，表明耕地资源数量安全程度较高，耕地资源系统的有序性在增强。而其他年份则相反，耕地数量安全总熵为正值，意味着耕地数量安全系统的有序性变小。总之，2005-2014 年间，耕地数量占用和保护的运行处于不稳定时期，系统内部有序性较差，需进一步加强对耕地数量安全的保障。

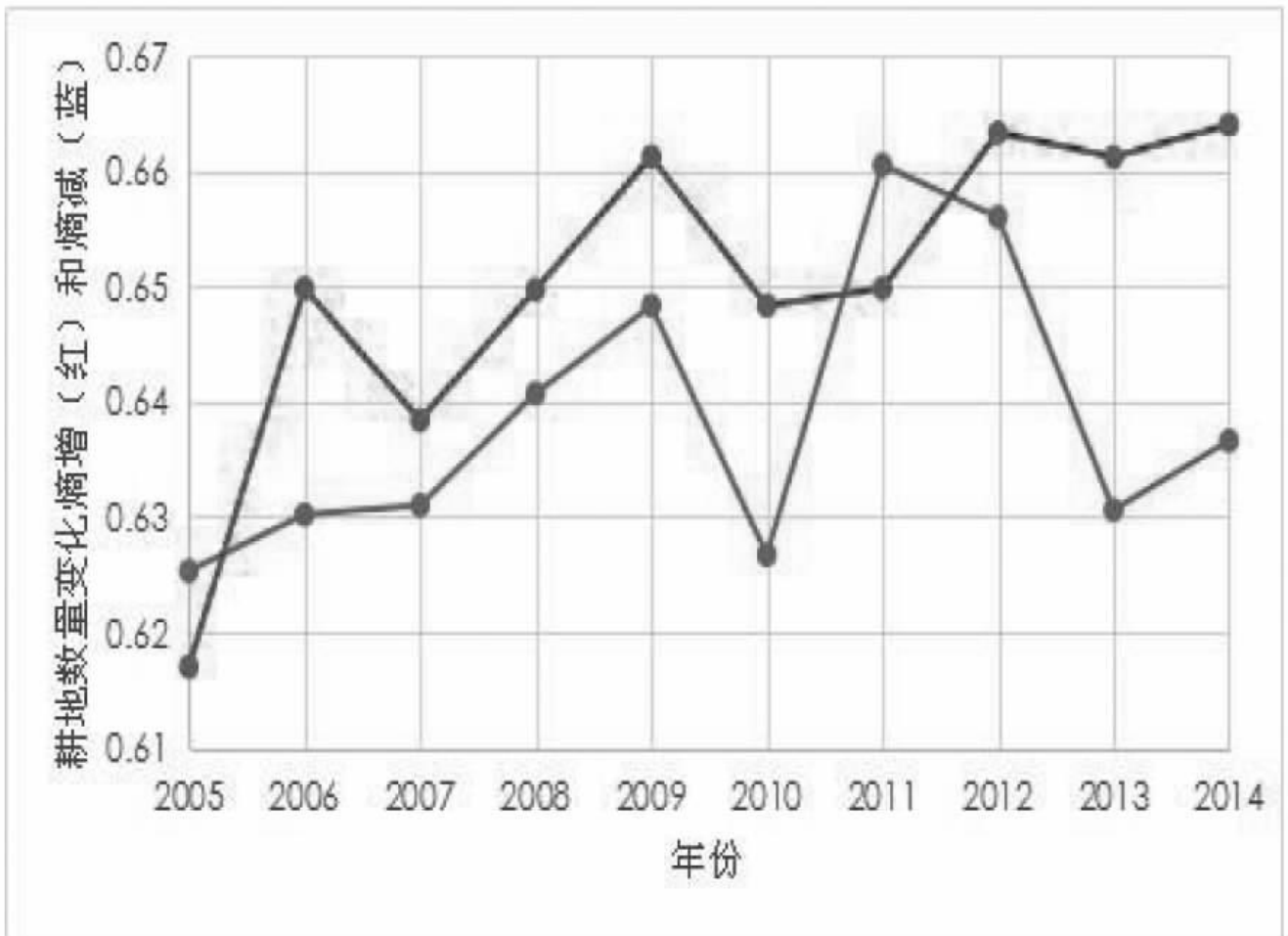


图 1 湖北省 2005-2014 年耕地数量安全熵增和熵减

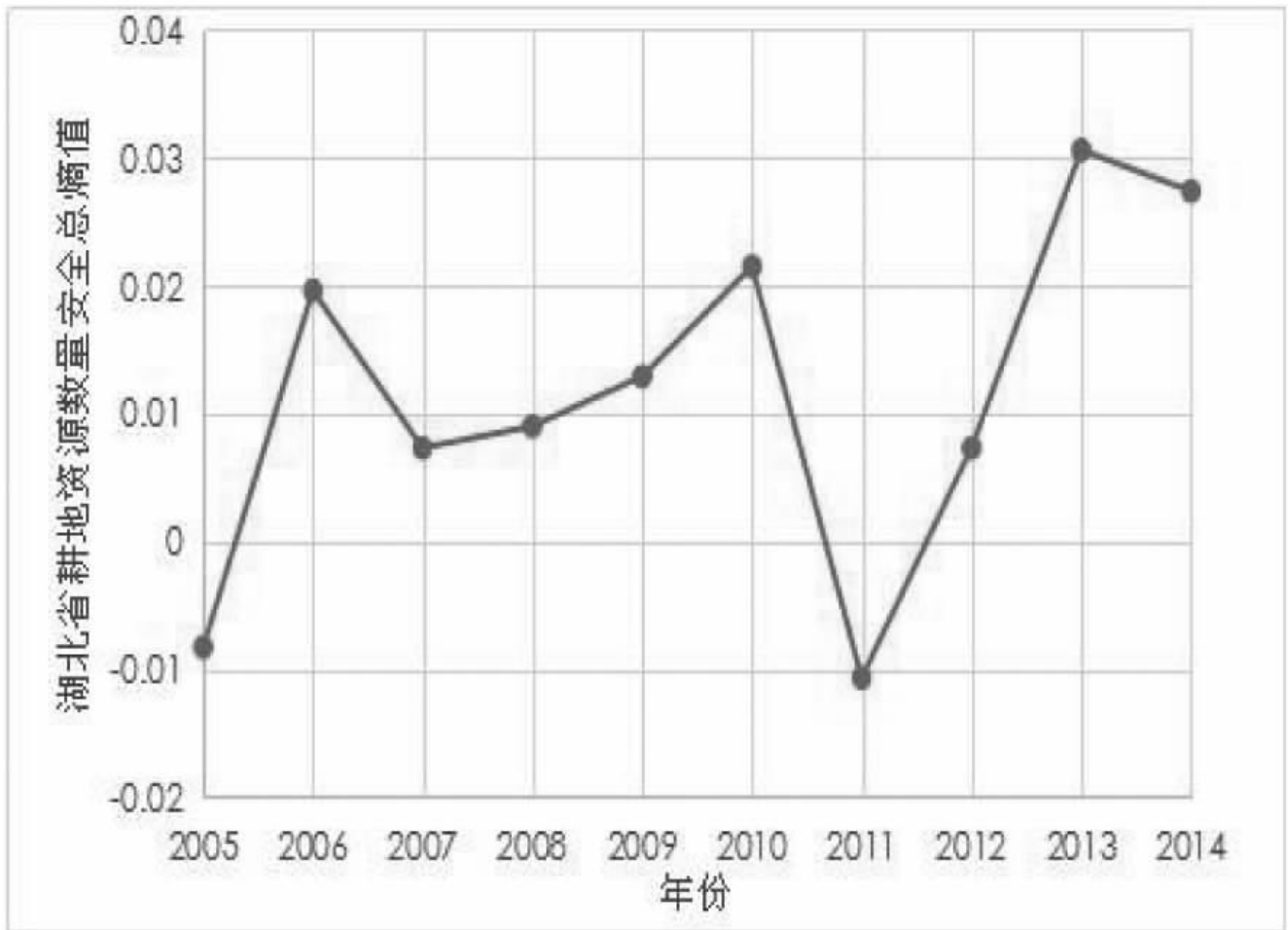


图 2 湖北省 2005-2014 年耕地数量安全总熵变

3. 基于信息熵的湖北省耕地资源质量安全系统演化分析。

(1) 依据耕地资源安全指标体系和信息熵的计算方法，计算出湖北省2005-2014 年耕地资源质量安全系统熵值（见表3）。

表 3 湖北省 2005-2014 年耕地资源数量安全系统熵值

目标层	准则层	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
耕地质量熵变 ΔS_2	耕地质量熵减 $d_d s_2$	0.6550	0.6580	0.6615	0.6635	0.6648	0.6660	0.6661	0.6665	0.6666	0.6667
	耕地质量熵增 $d_d s_2$	0.6667	0.6655	0.6384	0.6652	0.6651	0.6648	0.6648	0.6646	0.6612	0.6650
ΔS_2		-0.0083	0.0196	0.0073	0.0090	0.0129	0.0215	-0.0107	0.0073	0.0306	0.0274

(2) 结果分析。

从表3 和图3、4 可以看出：2005 年-2014 年间，耕地资质量变化的熵增缓慢下降，熵减逐步上升。2005-2009 年，熵增大于熵减，总熵值为正，说明这几年耕地质量安全的有序度在减小。而2009年之后，耕地质量变化的熵增小于熵减，总熵是负值，表明耕地数量变化子系统有序度在逐渐增强。由此可知，2005 年-2009 年，耕地资源质量状况比较差，2010 年开始湖北省重视农业资源，加强了治理力度，才使得耕地资源质量安全在这几年中质量安全度较高，系统有序程度较高，功能稳定。^{[4] (p19-29)}

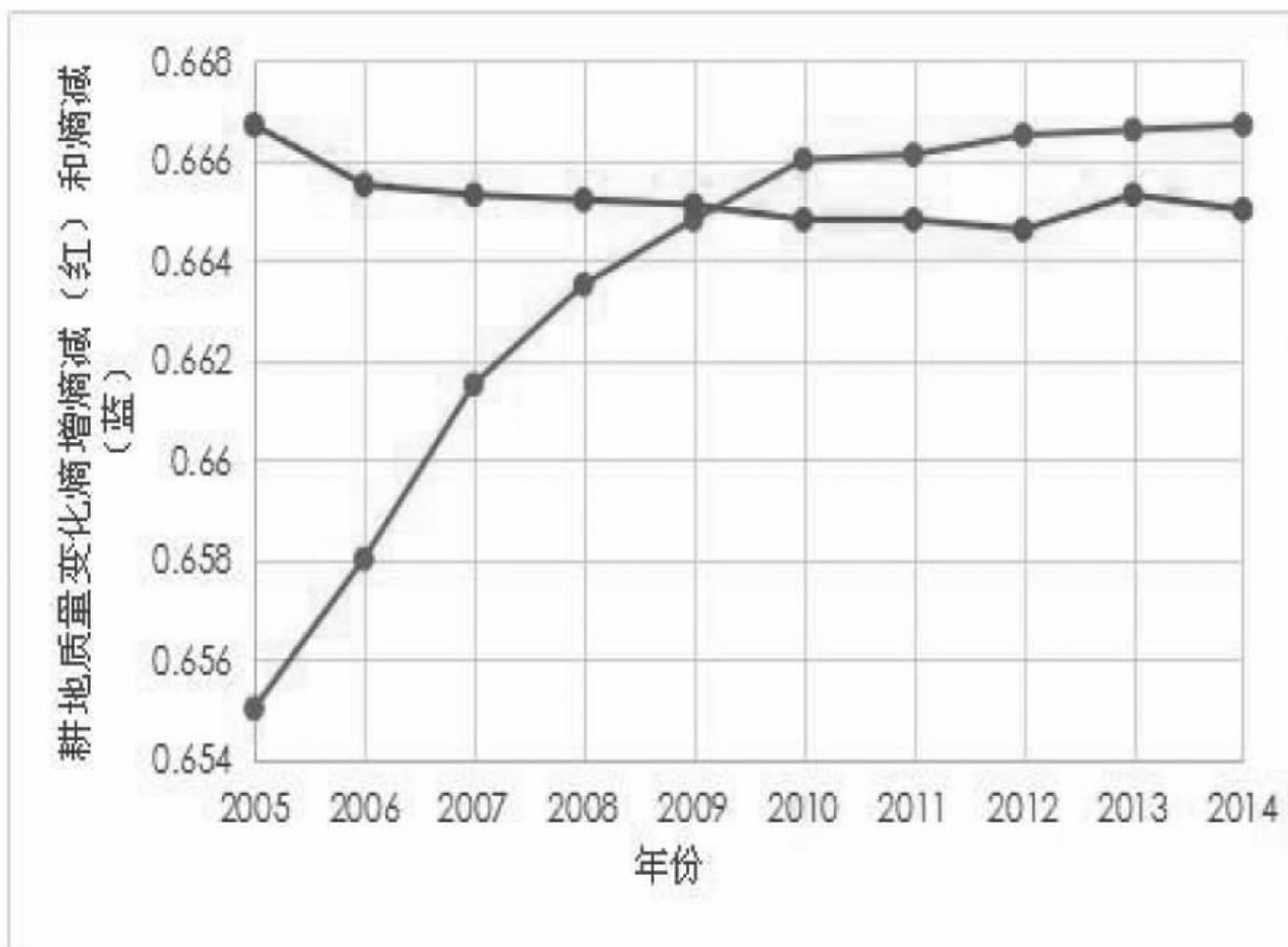


图3 湖北省 2005-2014 年耕地质量安全熵增和熵减

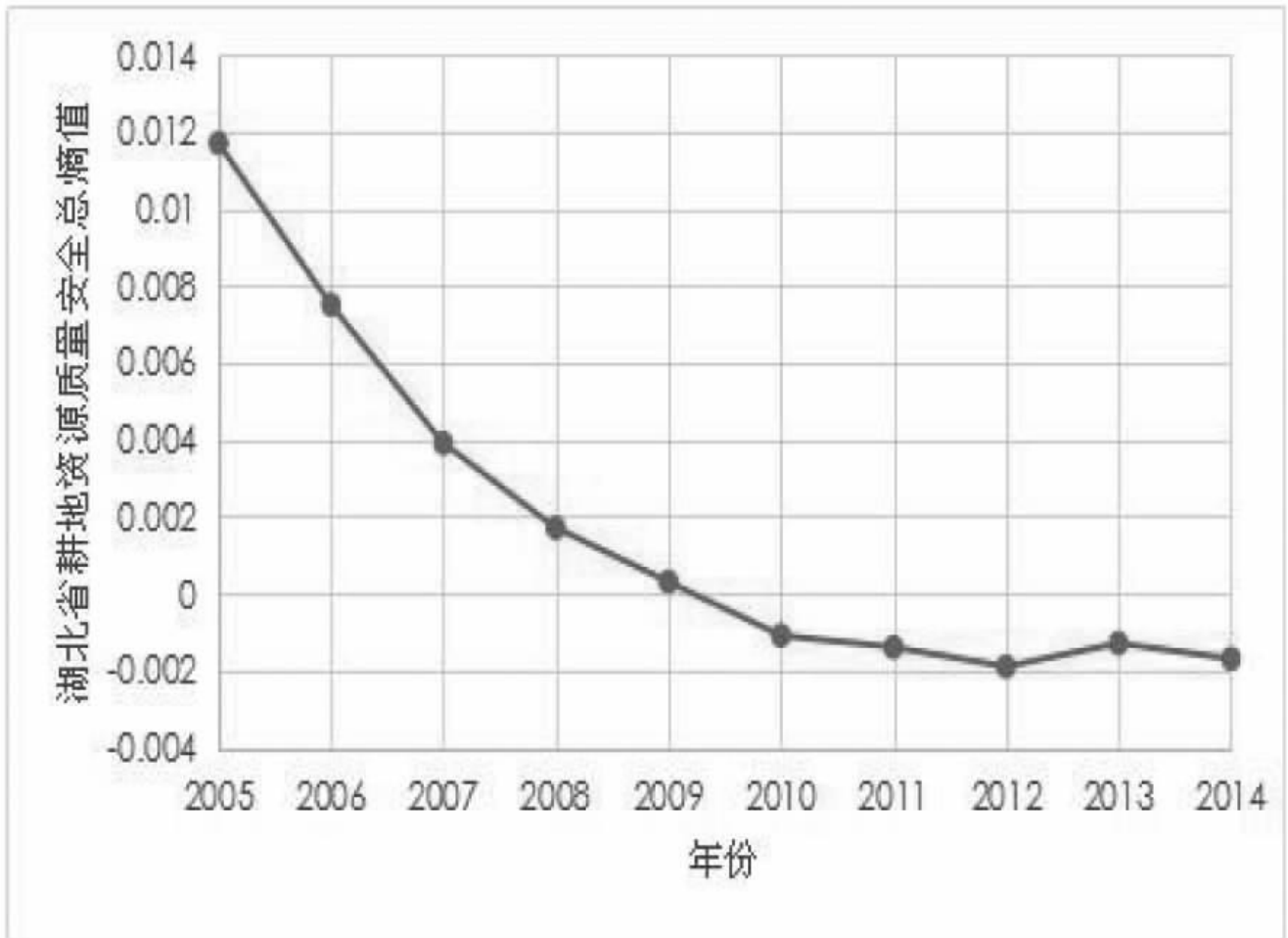


图 4 湖北省 2005-2014 年耕地质量安全总熵变

4. 基于信息熵的湖北省耕地资源生态安全系统演化分析。

(1) 依据耕地资源安全指标体系和信息熵的计算方法，计算出湖北省2005-2014 年耕地资源生态安全系统熵值（见表4）。

表 4 湖北省 2005-2014 年耕地资源生态安全系统熵值

目标层	准则层	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
耕地生态熵变 ΔS_3	耕地生态熵减 $d_i s_3$	0.6501	0.6572	0.6609	0.6619	0.6634	0.6658	0.6662	0.6661	0.6651	0.6643
	耕地生态熵增 $d_i s_3$	0.6650	0.6645	0.6648	0.6643	0.6619	0.6555	0.6522	0.6511	0.6472	0.6650
ΔS_3		0.0149	0.0073	0.0038	0.0024	-0.0015	-0.0103	-0.0140	-0.0150	-0.0179	-0.0170

(2) 结果分析。

从表4 和图5、6 可以看出：2005 年-2014 年间，耕地资源生态变化的熵增逐年下降，熵减逐年上升。2005-2008 年，耕地生态变化的熵增大于熵减，因而这两年耕地生态安全信息总熵是正值，表明耕地数量变化子系统有序度在减小。在2009-2014 年，耕地资源生态变化的熵减大于熵增，因此总熵变为负值，表面耕地生态安全的有序性在增强。由此可知，2005 年-2008 年，耕地资源生态环境状况比较差，2009 年开始湖北省重视农业资源与生态环境保护，加强了污染物的治理力度，使得熵减大于熵增，才使得耕地资源生态安全程度逐步提高，有序度逐步增强。

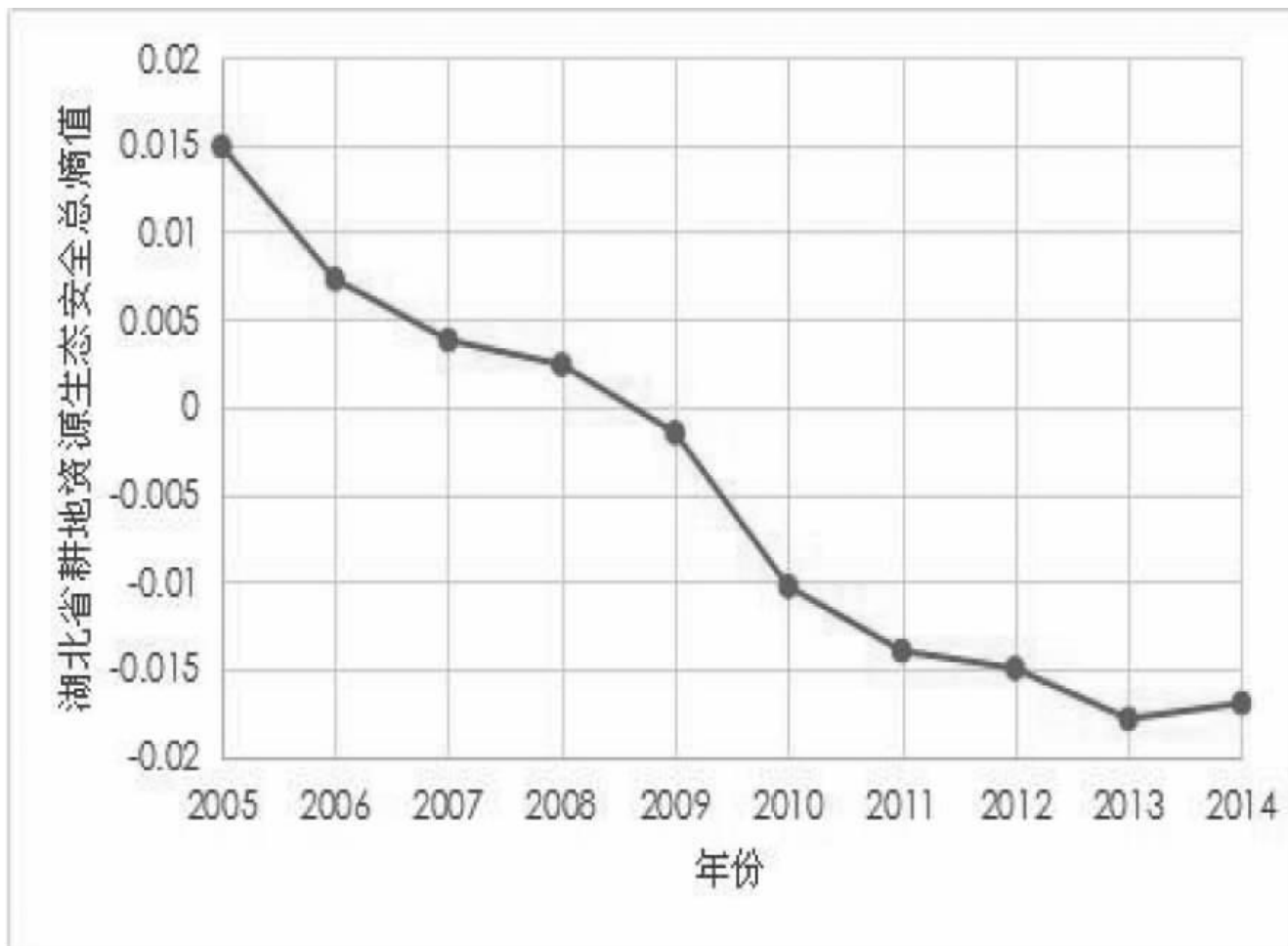


图 5 湖北省 2005-2014 年耕地生态安全熵增和熵减

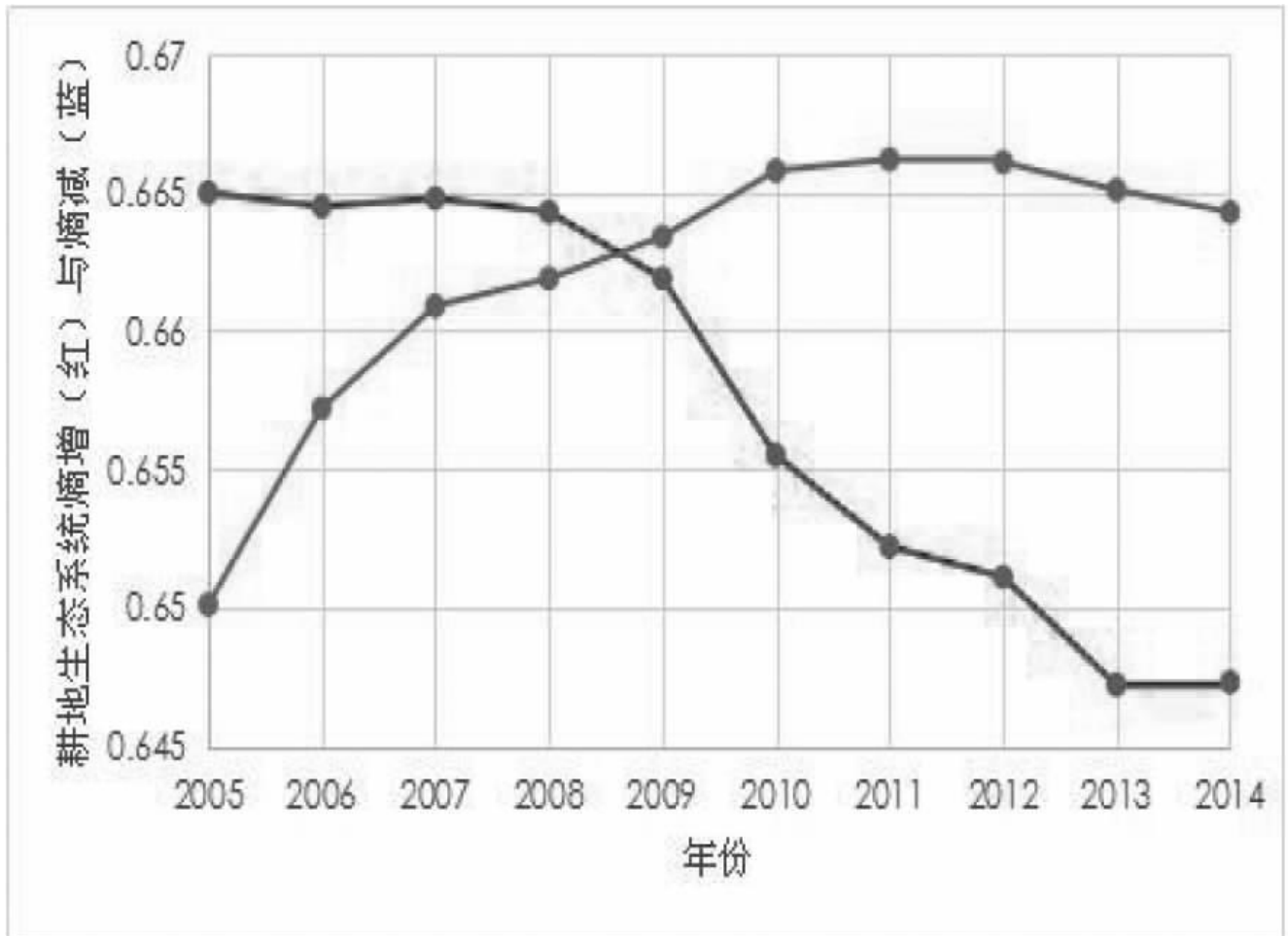


图6 湖北省2005-2014年耕地生态安全总熵变

5. 基于信息熵的湖北省耕地安全系统演化分析结果。

(1) 依据耕地资源数量安全、质量安全、生态安全，构建湖北省2005-2014年耕地资源安全系统总熵变（见表5）。

表5 湖北省2005-2014年耕地资源安全系统总熵值

评价指标	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
耕地数量熵变	-0.0083	0.0196	0.0073	0.0090	0.0129	0.0215	-0.0107	0.0073	0.0306	0.0274
耕地质量熵变	0.0117	0.0075	0.0039	0.0017	0.0003	-0.0011	-0.0014	-0.0019	-0.0013	-0.0017
耕地生态熵变	0.0149	0.0073	0.0038	0.0024	-0.0015	-0.0103	-0.0140	-0.0150	0.0179	-0.0170
耕地安全总熵变	0.0182	0.0344	0.0150	0.0130	0.0117	0.0101	-0.0260	-0.0096	0.0114	0.0087

(2) 结果分析。

从表5和图7、8来看，2005年-2014年的7个年份的耕地系统的总熵变化很大，耕地安全系统有序性不稳定。只有2011和

2012 年总熵值为负，其他年份为正值。说明湖北省耕地资源安全系统在2011 和2012 年安全度较高，耕地安全系统有序性较高；其他年份的耕地安全系统有序性较差。在2005-2011 年，系统总熵呈下降状态，说明调控有力；而2011 年之后呈上涨趋势，依据耕地资源数量、质量、生态安全信息熵变化情况，可以看出主要是数量安全对其影响最大，导致2013 和2013 总熵为正，系统有序度较差。

因此，湖北省2005 年-2014 年的耕地系统的总熵变化很大，质量和生态安全在2009 年之后较好，但数量安全仍然较差，导致耕地安全系统有序性总体不稳定。依据此分析结果，可以制定相应的措施，对湖北省耕地资源安全系统进行优化，保证耕地安全系统有序发展。

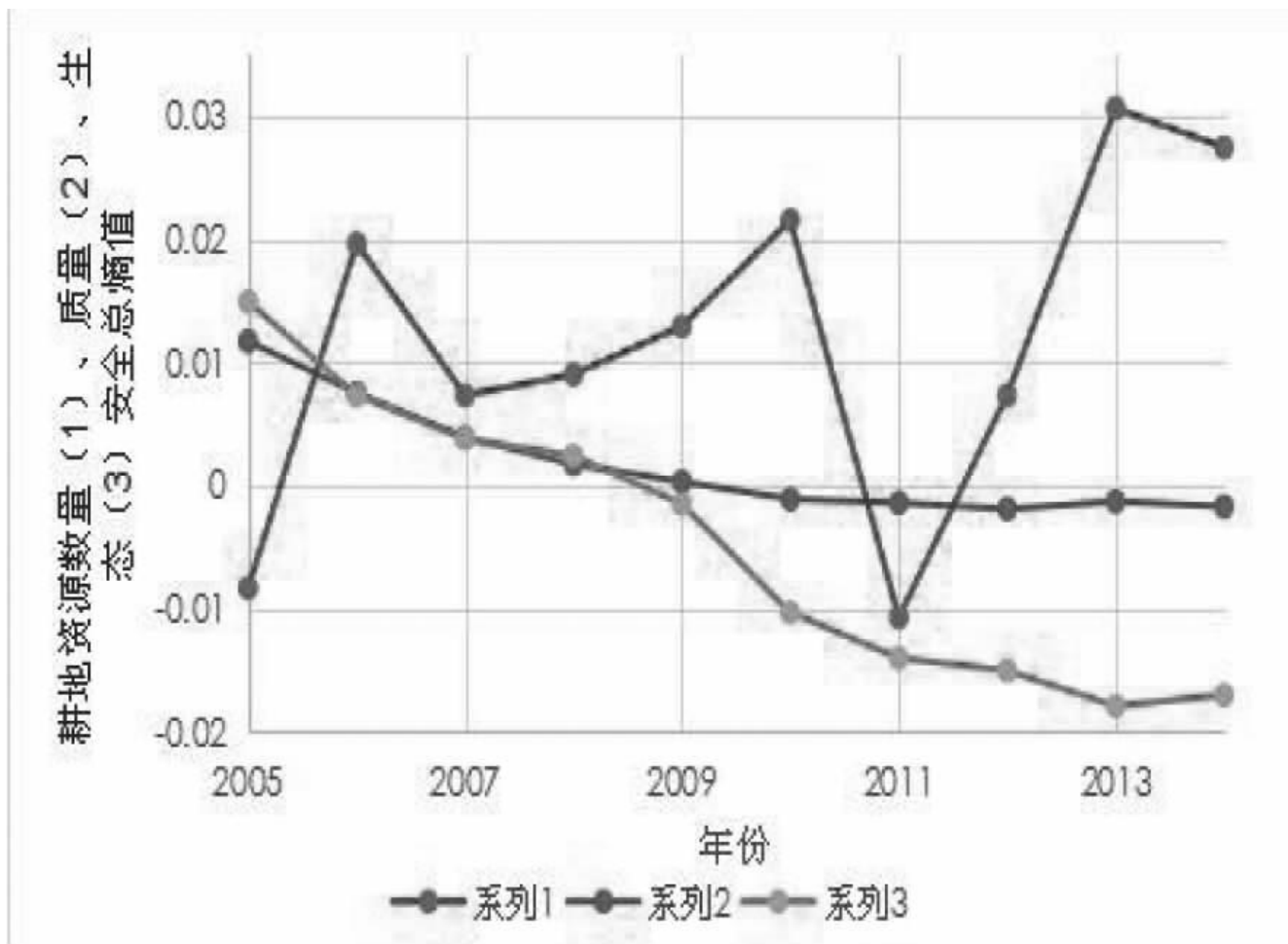


图 7 湖北省 2005-2014 年耕地资源数量、质量、生态安全总熵值

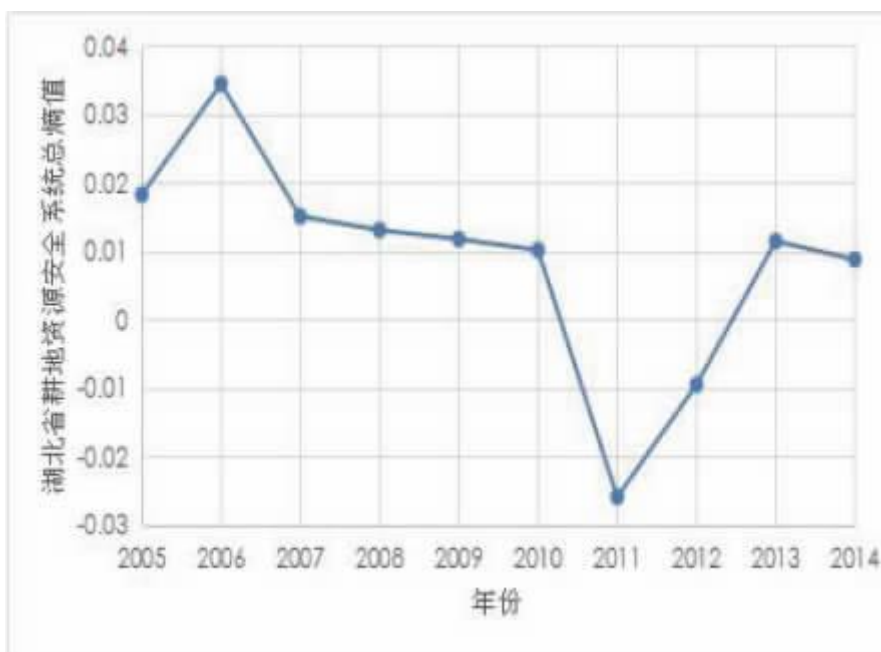


图 8 湖北省 2005-2014 年耕地安全系统总熵值

四、基于湖北省耕地资源安全系统演化的对策研究

影响湖北省耕地安全的主要因素有耕地资源的总量和人均占有量持续下降、耕地后备资源不足、耕地分布不均、耕地总体质量不高、生态环境恶化等。为了促进湖北省耕地安全系统向着有序的方向发展，针对湖北省目前已面临的问题，采取相应的措施，切实保护耕地。

1. 强化耕地安全意识，依法保护耕地。

耕地安全实质是粮食安全问题，是土地安全的核心，是国家生态安全的重要组成部分，事关国家的长治久安和人类社会的可持续发展。所以，要加强对广大群众的宣传和教育力度，提高全民耕地安全意识和保护耕地资源的责任感，强化安全意识。从行政管理层来说，要牢固树立土地国策观念，时刻拉紧耕地保护这根弦，层层落实责任制，确保本地区耕地总量不减少，实现占补平衡。从依法保护及执法力度等方面，加强耕地资源保护机制和执法监督体系的建立，对乱占滥用耕地及造成污染的事件，必须按照相应的法规严肃惩治。^{[5] (p461-464)}

2. 开垦宜农荒地，增加耕地数量。

科学地增加耕地数量，可通过土地整理、复垦、开发等技术方法增加耕地数量。土地整理是指对土地资源进行深入加工、改造及调整，通过平整土地、归并地块、综合构建道路、沟渠以及村庄的重建等方式，促进土地利用有序化、合理化、科学化水平的提高。实现土地利用由传统粗放型向集约型的转变。目前，我省在经济发展条件较好的地区已开始开展土地整理工作。通过土地复垦把工矿建设中产生的废弃地改变为农业用地，通过农业综合开发，可有效遏制我省耕地减少的趋势，缓解人地矛盾，为实现耕地总量动态平稳提供保障。

3. 运用经济杠杆保护耕地。

长期以来，我国土地实行无偿、无期限的行政划拨制，造成对土地乱占滥用和严重浪费，耕地面积大量减少。1988年修改了《宪法》第10条，明确了土地使用权可依法出租、转让，才从根本上革除了长期以来我国土地使用不合理的现象，但我国土地有偿使用机制还不够健全，有待完善。例如，土地出让金偏低，可通过大幅度提高耕地非农化成本，以减少建设单位对耕地的占有。另外，制订优惠政策，引导、鼓励在建设过程中利用废弃地，奖励通过复垦、整理等方法增加耕地数量的行为，并给予一定补助。^{[6] (p257-267)}

4. 加强耕地生态恢复和重建工作，建立生态补偿机制。

要实现耕地的可持续利用和保障耕地的生态安全，还需要建立生态补偿机制。为此，在耕地的生态恢复和重建工作中，例如：对耕地的基础设施进行建设，提高耕地抗自然灾害的能力，各级政府应将耕地的部分收益投入到此类工作中去。资金的筹集可以采用多种形式，国家和各级政府投资，集体和个人投资等等，通过这些筹资形式将资金投入到耕地资源的生态保护中去。同时，政府可以依据当地的实际情况对这些资金进行统筹管理，建立耕地资源的有偿使用制度，逐步建立起耕地资源开发补偿和耕地资源生态补偿相统一的生态补偿机制。^{[7] (p694-697)}

5. 挖掘后备耕地资源，实现耕地数量和质量均衡。

增加耕地数量的一个重要途径就是进行后备耕地资源的开发。因此，可以对已退化的工矿企业废弃地、荒漠化土地、弃耕地进行复垦，对现已经存在的宜农荒地进行开发。我们可以不断挖掘这些后备耕地资源，保证耕地的数量平衡。我们在积极增加耕地数量的同时，还要注重对耕地质量的提高。另外，我们应该多渠道地去筹集一些专项资金，把这些资金用来开发耕地后备资源，用来鼓励那些进行耕地投入的人们。同时按照“谁投入、谁开发、谁受益”的基本原则，对投入到参与耕地后备资源的开发中的个体进行鼓励。此外，我们应采取一些积极的措施对湖北省的一些低产田进行改良，提高这些耕地的质量，增强耕地的生产能力，提高其经济效益。我们要为我们的后代着想，让他们可以不用为耕地资源的缺少、污染和破坏担忧，实现湖北耕地资源的可持续发展。^{[8] (p155-158)}

参考文献：

- [1] 谭术魁, 崔迪, 李雅楠. 基于物元可拓模型的湖北省耕地生态安全评价[J]. 中国房地产, 2015, (24).
- [2] 王雨濛, 吴娟, 张安录. 湖北省耕地变化与社会经济因素的实证分析[J]. 中国人口资源与环境, 2010, 20, (7).
- [3] 任家强, 孙萍, 于欢. 基于PSR和熵值法的县域耕地资源安全评价——以辽宁省辽阳县为例[J]. 国土资源科技管理, 2014, 31, (3).
- [4] 陈朝, 吕昌河. 基于综合指数的湖北省耕地质量变化分析[J]. 自然资源学报, 2010, 25, (12).
- [5] 常胜. 基于生态足迹的湖北省耕地安全研究[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版), 2008, 26, (04).
- [6] 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).
- [7] 纪昌品, 欧名豪. 湖北省经济发展与耕地资源变化的关系[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18, (8).
- [8] 付红娜, 谭术魁. 湖北省近十年耕地生态安全问题及对策研究[J]. 国土资源科技管理, 2008, (1).