

长沙市耕地资源生态安全评价¹

曾 争，陈千逸

（湖南师范大学 资源与环境科学学院，湖南 长沙 410081）

【摘 要】：随着工业化、城镇化进程的加快，城市建成区大幅度扩张，长沙市耕地资源面临严重的生态安全问题。以耕地资源生态安全的概念和内涵为切入点，介绍了耕地资源生态安全评价的研究现状，借助前人的研究成果构建评价指标体系与模型，对长沙市 2009～2015 年耕地资源安全状况进行评价，基于评价结果分析了影响耕地资源生态安全的主要因素，并对维护长沙市耕地资源生态安全提出了相关建议。

【关键词】：耕地资源；生态安全；土地评价

【中图分类号】：F301.24 **【文献标识码】**：A

引 言

目前，耕地资源生态安全这一概念缺乏能够得到广泛认同的定义，也没有形成独立的理论体系，其理论主要来源于土地资源可持续发展理论、生态安全理论等方面的研究成果。通过对相关文献的梳理，笔者将耕地资源生态安全的概念界定为：在一定的时空范围内，耕地数量、质量保持总体稳定，耕地资源受外部环境干扰较小，耕地生态系统的结构与功能能够维持健康稳定运转并发挥出正常作用——持续稳定地提供人类社会所需的各种资源。耕地资源生态安全大体上包括数量安全、质量安全及生态环境安全三方面的内容，它与耕地资源生产能力、粮食安全、土地资源可持续利用以及整个社会经济健康稳定的发展具有密切关系。

1、研究现状

由于土地制度、社会经济发展状况、人地关系等方面的不同，我国学者对耕地资源生态安全评价的关注和取得的研究成果远多于国外学者，已有文献中对这一领域的研究表现出以下特点：①在研究的空间尺度上，前期以全国尺度为主，随着时间推移针对某一地区的研究逐渐增多；②在研究的时间尺度上，由时点转向 10 年、20 年甚至更长时间；③在评价方法的选择上，常用方法有模糊综合评价法、综合指数法、系统动力学方法等；④在评价指标的选择上，现阶段常见的、较为科学的评价指标体系主要有可持续发展指标体系、压力—状态—响应评价指标体系、暴露—响应分析指标体系等，这些指标体系各有优缺点及适用范围。由于每个地区的自然资源禀赋、社会经济发展状况不尽相同，因此需要根据研究区的实际情况选择合适的评价指标体系。本文选择长沙市作为研究区域，2009～2015 年为研究时段，构建由 14 个指标组成的指标体系对长沙市耕地资源生态安全状况进行评价与分析。

2、长沙市耕地资源生态安全评价定量分析

2.1 评价指标体系构建

¹【收稿日期】：2017-12-13

【作者简介】：曾 争（1994-），女，湖南衡阳人，硕士研究生，研究方向：土地利用与规划。

根据前文对耕地资源生态安全这一概念的理解和定义，依据科学性、全面性、代表性和可操作性等原则，本文从自然、经济和社会三个方面出发构建了长沙市耕地资源生态安全评价指标体系（见表 1）。评价指标体系共分为目标层、因素层和指标层 3 个层次。在指标层中，自然因素层面的 4 个指标主要反映了耕地面积与质量变化情况；经济因素层面的 6 个指标主要反映了耕地投入、利用、产出状况；社会因素层面的 4 个指标主要反映了外部环境对耕地资源的影响。总的来看，这 14 个指标覆盖范围较广，能够全面反映出耕地资源生态安全的变化情况。

表 1 长沙市耕地资源生态安全评价指标体系

目标层 A	因素层 B	指标层 C	变化关系
耕地 资源 生态 安全 综合 评价	自然因素 B ₁	耕地面积 C ₁	正相关
		人均耕地面积 C ₂	正相关
		粮食作物播种面积 C ₃	正相关
		单位面积粮食产量 C ₄	正相关
	经济因素 B ₂	GDP 增长率 C ₅	正相关
		农民人均纯收入 C ₆	正相关
		机耕面积 C ₇	正相关
		单位面积农业机械劳动力 C ₈	正相关
		单位面积化肥施用量 C ₉	负相关
		有效灌溉面积占比 C ₁₀	正相关
	社会因素 B ₃	城镇建设用地面积 C ₁₁	负相关
		人口数量 C ₁₂	负相关
		人口自然增长率 C ₁₃	负相关
		农林牧渔业从业人员数量 C ₁₄	正相关

2.2 评价模型构建

2.2.1 确定指标权重。综合对比了各种指标权重的确定方法后，笔者决定使用熵值法计算指标权重。熵值法是一种客观赋权方法，它依据各个指标信息熵值的效用价值来确定权数。相比德尔菲法、模糊评价法、层次分析法等主观赋权方法，熵值法得出的权数可信度高，适用于耕地资源生态安全评价这种多指标的复杂情况，其计算过程如下：

（1）原始数据标准化。公式为：

正相关指标：

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min\{x_j\}}{\max\{x_j\} - \min\{x_j\}}$$

式(1)

负相关指标：

$$X_{ij} = \frac{\max\{x_j\} - x_{ij}}{\max\{x_j\} - \min\{x_j\}}$$

式(2)

式中， X_{ij} 代表标准化处理后的值， x_{ij} 代表第 i 年第 j 个评价指标的原始值， $\max\{x_j\}$ 和 $\min\{x_j\}$ 分别代表第 j 个评价指标的最大值和最小值。

(2) 计算第 j 项指标的熵值 e_j ，公式为：

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m A_{ij} \ln A_{ij} \quad \text{式(3)}$$

式中， $A_{ij} = X_{ij} / \sum_{i=1}^m X_{ij}$ ， $k = 1 / \ln m$ ；当 $A_{ij} = 0$ 时， $\ln A_{ij}$ 没有意义，因此对 $A_{ij} = 0$ 的情况加以修正，令 $A_{ij} = 0.0001$ 。

(3) 计算第 j 项指标的效用度 d_j ，公式为：

$$d_j = 1 - e_j \quad \text{式(4)}$$

(4) 计算第 j 项指标的权重 W_j ，公式为：

$$W_j = d_j / \sum_{j=1}^n d_j \quad \text{式(5)}$$

2.2.2 计算生态安全综合得分与划分生态安全类型。在耕地资源生态安全评价指标体系中，每项指标都从不同层面反映了耕地的生态安全状况。为全面反映长沙市耕地资源生态安全的整体情况，需要计算生态安全综合评价得分 S ，公式为：

$$S = \sum_{j=1}^n W_j X_{ij} \quad \text{式(6)}$$

按照基本等量、就近取整的原则，将 S 的取值范围划分为 5 个区间，对应 5 个安全等级，并对不同的安全等级进行定性描述（见表 2）。

表 2 耕地资源生态安全类型划分标准

S	安全等级	特征
≥ 0.9	安全	耕地生态环境未受干扰或仅受到轻微干扰，生态系统结构完整。耕地利用非常科学，能够提供人类社会所需的各种资源，没有生态问题。
$0.9 > S \geq 0.7$	良好	耕地生态环境受到轻微破坏，但耕地数量和质量能够维持在正常水平，生态系统结构还比较完整，功能发挥未受较大影响，可以保持较高的产出水平。土地利用情况良好，生态问题不显著。
$0.7 > S \geq 0.5$	敏感	耕地生态环境受到一定程度的破坏，耕地数量减少或质量下降，但尚能维持基本的结构。耕地利用出现问题，功能发挥受到干扰，生态问题显现。
$0.5 > S \geq 0.3$	风险	耕地生态环境受到比较严重的破坏，耕地数量急剧减少或质量持续恶化，维持或恢复耕地生态系统的结构和功能比较困难，

		污染比较严重。
		耕地生态环境受到严重破坏，生态系统结
<0.3	恶化	构残缺，土壤受到严重污染，功能退化。
		耕地利用、恢复非常困难，出现生态灾害。

2.3 计算过程与结果

2.3.1 数据来源。本文研究数据主要来源于 2009~2015 年的土地利用变更调查数据、《湖南统计年鉴》、《长沙统计年鉴》以及统计公报。

2.3.2 计算结果。利用式（1）~式（6）得到长沙市 2009~2015 年耕地资源生态安全评价综合得分，同时还可以统计出各个因素的得分情况（见表 3）。

表 3 长沙市耕地资源生态安全评价结果

年份	因素层			综合得分	安全等级
	自然因素	经济因素	社会因素		
2009	0.2772	0.1092	0.3239	0.7103	良好
2010	0.1694	0.1576	0.2413	0.5684	敏感
2011	0.1517	0.1848	0.1417	0.4782	风险
2012	0.1602	0.2248	0.133	0.518	敏感
2013	0.056	0.1893	0.1026	0.3479	风险
2014	0.0872	0.305	0.057	0.4493	风险
2015	0.1281	0.3487	0.0178	0.4946	风险

3、结果分析

从计算结果来看，2009~2015 年长沙市耕地资源生态安全评价综合得分起伏波动，耕地资源生态安全等级总体处于中下水平，情况不容乐观：7 年里最好的情况也仅是刚好达到良好等级，而 2013 年生态安全等级降至最低，接近于退化。观察各个因素得分变化情况可以发现，2009~2015 年“自然因素”得分在起伏波动中降低；“经济因素”得分总体保持上升态势；而“社会因素”得分则急剧下降。这些变化表明 7 年间长沙市耕地资源的数量与质量受到了较大干扰，尽管耕地资源利用与产出还是维持着较高的水平，但外部环境对耕地资源的影响逐渐加重。为了进一步弄清哪个因素与综合评价得分之间的变化关系较为密切，笔者计算了 S 值与三个因素得分的相关系数，计算结果显示，在 5%的显著性水平下，“自然因素”、“社会因素”与 S 值的相关系数分别为 0.974、0.785，而“经济因素”与 S 值的相关系数未通过 10%显著性水平检验。由此可以认为，长沙市耕地资源生态安全等级下降主要受自然条件、外部条件的影响。通过进一步观察，可以推断出上述变化的具体原因主要有以下几点：

（1）城镇建设用地扩张占用大量耕地是导致生态安全等级降低的主要原因。长沙市城市规模在过去几年增长较为迅速，2009~2015 年建成区面积由 249km²增长至 364km²，城市空间扩张侵占了大量耕地资源，2009~2015 年长沙市耕地面积呈逐年减少的趋势，从 2009 年的 2.84×10⁵ha 减少至 2015 年的 2.77×10⁵ha，7 年间耕地面积减少了 1.04×10⁴ha。各地区中耕地面积减少量最大的是河西地区（岳麓区、望城区、宁乡市），共减少 1.53×10³ha；雨花区耕地面积减少幅度最大，降幅达到了 24.28%，其次是芙蓉区，降幅为 17.71%。与此对应的是，这三个地区也是最近几年来长沙市的重点发展区域。

(2) 占补平衡中补充耕地的质量无法与被占用耕地的质量相提并论。由于城市扩张占用的大多是质量较好的耕地，而新补充耕地往往在某些方面存在问题（例如坡度过大、海拔过高、灌溉不便等），难以和被占用耕地相比较，使得耕地质量整体下降。

(3) 不合理的耕地利用方式破坏耕地生态环境。现代农业对农药、化肥的依赖程度日益上升，虽然这些工业制品在短时间有利于农作物的正常生长，但从长远来看，长期使用化肥农药将导致土壤板结、沙化，引起水土流失、生物多样性减少等问题，这对于维护耕地资源生态安全极为不利。

(4) 农业从业人员减少，抛荒现象增多。在市场经济条件下，从事农业所带来的收益远低于从事第二、三产业所带来的收益，造成农业从业人员大量流入其它产业，耕地抛荒不可避免，最终影响到耕地生态系统的结构稳定性和功能完整性。

4、结论与讨论

本文首先对耕地资源生态安全的概念与内涵进行探讨，在此基础上构建评价指标体系，利用熵值法计算指标权重，最后得到长沙市 2009~2015 年耕地资源生态安全综合得分，针对得分情况进行评价与分析。鉴于以上研究结果，笔者认为未来长沙市对耕地资源的保护应该从以下几个方面入手：①坚决贯彻执行耕地占补平衡政策，不仅仅要保持耕地数量总体不变，还要确保补充耕地的质量与被占用耕地的质量相一致或相近，从根本上维护耕地资源的生态安全；②开展土地整治工作：在耕地方面，要维持现有耕地的生产能力；对于生态环境受到破坏的耕地应进行土地修复，提高和恢复其生产能力；在建设用地方面，腾退超标的农村集体建设用地和宅基地，用于生态环境建设，提高农村地区的生态环境质量；新增城镇建设用地应尽量少占用耕地、不占用优质耕地，控制城镇化发展对耕地资源生态环境的影响；③加大农业基础设施的投入力度，提高农业生产过程中机械化、信息化水平，改善农业生产条件；建设一批高标准农田，利用生物技术改善新增耕地的土壤肥力，尽量使用生物肥料、有机肥料，减少对化肥、农药的依赖程度；④提高农业从业人员的素质，培育拥有较高文化水平的农业工作者，以应对农业从业人员逐年减少的问题；⑤建立科学合理、行之有效的耕地流转机制，将有限的耕地资源集中到生产大户、农业合作社、农业企业等大型农业生产单位的手中，提高耕地资源的利用效率。

[参考文献]:

- [1] 邓 慧. 长株潭地区耕地资源生态安全评价与调控模式研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2015.
- [2] 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.
- [3] 徐启荣, 赵海强, 江云, 等. 安徽省农田生态安全预警信息系统研究与建立[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(30): 9615-9618.
- [4] 郇红娟, 蔡广鹏, 罗绪强, 等. 基于能值分析的贵州省 2000-2010 年耕地生态安全预警研究[J]. 水土保持研究, 2013, 20(6): 307-310.
- [5] 文 森. 重庆市耕地资源安全与预警研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [6] 王 军. 石家庄市耕地动态变化与生态安全评价研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2009.
- [7] 文 森, 邱道持, 杨庆媛, 等. 耕地资源安全评价指标体系研究[J]. 中国农学通报, 2007, 23(8): 466-470.
- [8] 王国刚, 杨德刚, 苏 芮, 等. 生态足迹模型及其改进模型在耕地评价中的应用[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(5):

1081-1086.

[9]王富喜, 毛爱华, 李赫龙, 等. 基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析[J]. 地理科学, 2013, 33 (11) : 1323-1329.