

绿色低碳循环农业发展指标体系构建及评价研究 – 以张掖市为例

杜旺兵¹ 李子璇² 邵文瑞¹ 王露露¹ 康丽萍¹

1 兰州金石资源环境科技有限公司 2 兰州大学

DOI:10.32629/as.v8i12.3575

[摘要] 在“双碳”目标背景下,绿色低碳循环农业的发展成为推动农业高质量发展和乡村振兴的关键路径。本文以张掖市为例,构建了绿色低碳循环农业发展指标体系,并对其进行了评价。首先,通过文献回顾和实地调研,确定了涵盖经济效益、生态效益和社会效益三大维度的指标体系。接着,采用层次分析法(AHP)和熵权法相结合的方法,对张掖市绿色低碳循环农业的发展状况进行了综合评价。结果显示,张掖市在经济效益和社会效益方面表现较好,但在生态效益方面仍有较大提升空间。最后,根据评价结果,提出了加强技术创新、优化产业结构、提升农户参与度等建议,以促进张掖市绿色低碳循环农业的可持续发展。

[关键词] 绿色低碳循环农业; 指标体系; 张掖市

中图分类号: DF413.1 **文献标识码:** A

Research on the Construction and Evaluation of Green Low-Carbon Circular Agriculture Development Index System – Taking Zhangye City as an Example

Wangbing Du¹ Zixuan Li² Wenrui Shao¹ Lulu Wang¹ Liping Kang¹

1 Lanzhou Jinshi Resources and Environmental Technology Co., Ltd.

2 Lanzhou University

[Abstract] Against the backdrop of the "dual carbon" goals, the development of green, low-carbon, circular agriculture has become a key path to promoting high-quality agricultural development and rural revitalization. This paper, taking Zhangye City as an example, constructs and evaluates an indicator system for the development of green, low-carbon, circular agriculture. First, through literature review and field research, an indicator system covering the three dimensions of economic, ecological, and social benefits was identified. Next, a comprehensive evaluation of the development of green, low-carbon, circular agriculture in Zhangye City was conducted using a combination of the analytic hierarchy process (AHP) and the entropy weight method. The results show that Zhangye City performs well in terms of economic and social benefits, but there is still significant room for improvement in terms of ecological benefits. Finally, based on the evaluation results, recommendations are proposed to promote the sustainable development of green, low-carbon, circular agriculture in Zhangye City, including strengthening technological innovation, optimizing the industrial structure, and increasing farmer participation.

[Key words] green, low-carbon; circular agriculture; indicator system; Zhangye City

前言

绿色低碳循环农业的发展是中国农业现代化进程中的深刻生态革命,其演进是对传统农业智慧的回归与对工业化农业模式的超越。其发展历程如下:20世纪70年代末改革开放初期,中国农业转向“石油农业”模式,虽然粮食产量有所提升,但资源过度消耗和生态环境破坏问题日益严重,粗放型的发展模式已难以为继。20世纪90年代,可持续发展理念兴起推动中国农业转型探索。牛文元开展农业资源可持续性分析,叶谦吉提出“生

态农业”概念并实践,高旺盛等尝试量化评估其效益,但受技术和政策限制,生态农业仍处于局部试验阶段。21世纪初,农业绿色发展内涵深化。学者将经济、社会、制度维度纳入分析框架,在政策上“绿色发展”列为国家战略,《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》界定目标并推动建立评价考核机制。自2012年起,农业绿色发展步入制度化推进阶段,政策工具创新和评价体系标准化。根据《中国农业绿色发展报告2023》,2015年至2022年,全国农业绿色发展指数从75.19提升至77.90,显示

出农业绿色发展水平的稳步提升。技术支撑体系的完善和供给侧改革的显著成效,如耕地质量的提升、农业用水效率的提高和农业废弃物的资源化利用,共同推动了农业绿色发展的全面转型。然而,区域发展不平衡的问题依然存在。我国尤其是西北地区绿色低碳循环农业发展面临资源环境约束刚性化、经济可持续性不足、绿色供给能力待提升三方面挑战。

综上所述,绿色低碳循环农业的演进是对农业文明与生态伦理的重新审视,其核心在于重构“自然-经济-社会”的和谐共生关系,为全球农业的可持续发展贡献中国智慧与方案。构建绿色低碳循环农业评价指标体系是这一进程中的关键基础工程,它既包括为张掖市量身定制的评价体系,也涵盖实践应用的探索,其成果将为农业发展和生态环境质量的双重提升提供坚实的科学依据,进而有力推动我国农业现代化的步伐。

1 绿色低碳循环农业评价指标体系建设

农业绿色发展水平测度是深化农业绿色发展的基础性工作,而构建农业绿色发展指标体系是分析农业绿色发展存在问题及不足的关键,是加深农业绿色发展科学认识的重要路径。例如,我国学者根据国家生态文明建设和农业现代化发展目标要求,从资源节约、生产环境、生态保障等方面构建了评价指标体系,并通过熵值法、泰尔指数等方法进行综合评价。经梳理农业绿色发展内涵,我国学者依据国家生态文明建设和农业现代化发展目标要求,重点从资源节约、生产环境、生态保障等方面构建评价指标体系,并从不同视角拓展。如魏琦等(2018)强调农业品牌价值和效益,构建资源节约、环境友好、生态保育、质量高效4个维度的指标体系;孙炜琳等(2019)注重绿色供给能力,构建资源利用、产地环境、生态系统和绿色供给4个维度的指标体系;巩前文等(2020)重视低碳农业,围绕低碳生产、经济增收和安全供给3个维度构建指标体系;许烜等(2021)从乡村振兴视域强调农村发展,构建资源利用、环境友好、生态保护、农村发展4个维度的指标体系。农业绿色发展评价方法的选取多样,主要包括熵值法、泰尔指数、最小生成树法及层次分析法等。例如,魏琦等(2018)和赵会杰等(2019)采用熵值法,对我国及13个粮食主产区的农业绿色发展水平进行了综合评价。王丽娟等(2020)、何可等(2021)及卢东宁等(2022)则结合熵值法和泰尔指数,对天津、长江经济带及陕西等区域的农业绿色发展水平进行了综合评价。李欠男等(2022)采用SBM-Global-Super模型测度中国2000-2017年地级市农业绿色发展水平,丰富了评价方法,为方法选取提供了借鉴。

1.1 指标体系的框架设计

评价区域绿色低碳循环农业发展水平,用指标体系反映其发展目标,目的是找出一组具有典型代表意义、能全面反映各方面要求的特征指标,以表达对发展目标的定量判断。通过分析对象系统结构和要素,建立发展目标与系统结构、要素的对应关系,经实证分析研究定量指标与准则及发展目标的相关程度,从而选择决定指标的设置。

根据以往经验,评价指标体系按目标层、准则层、指标层3

个层次设置。目标层旨在反映区域的发展水平或实现的发展目标;准则层则通过绿色农业、低碳农业、循环农业和综合指标这四个维度,来衡量对发展目标的满足程度,并反映发展系统的运行效果;指标层则在框架设计的基础上,根据实际情况选择若干具体指标。

1.2 指标体系的建立

根据上述指标体系的框架设计,具体构建了如下绿色低碳循环农业发展评价指标体系(表1)。

表1 绿色低碳循环农业发展评价指标体系表

目标层	准则层	指标层
绿色低碳循环农业发展评价指标体系	绿色农业	单位面积农用化肥施用量(折纯量)
		单位面积农药施用量
		单位面积农用塑料薄膜使用量
		农业机械总动力
	低碳农业	单位农业增加值能耗
		单位产值化石碳排放量
		成灾面积
		高效节水灌溉面积
	循环农业	畜禽粪污综合利用率
		秸秆综合利用率
		农用地膜综合利用率
		尾菜综合利用率
	综合指标	农业产值(可比价)
		农业投入产出比
		农作物播种面积
		农业技术服务机构数量

2 指标权重的确定及低碳循环农业指数计算

2.1 层次分析法确定指标权重

本研究首先运用层次分析法确定各指标权重,随后采用熵值赋权法对层次分析法所得权重进行进一步优化调整。将上述数据输入Yaahp软件中的层次结构模型。利用Yaahp软件的自动计算功能,使用根法计算各项指标的权重,各准则及评价指标权重具体见表h。

表2 层次总排序下各项指标权重

指标	使用层次分析法确定的指标权重	指标	使用层次分析法确定的指标权重
单位面积农用化肥施用量(折纯量)	0.0646	畜禽粪污综合利用率	0.0417
单位面积农药施用量	0.0646	秸秆综合利用率	0.0417
单位面积农用塑料薄膜使用量	0.0174	农用地膜综合利用率	0.0417
农业机械总动力	0.0201	尾菜综合利用率	0.0417
单位农业增加值能耗	0.0165	农业产值	0.3226
单位产值化石源碳排放量	0.0855	农业投入产出比	0.0859
成灾面积	0.0097	农作物播种面积	0.0598
高效节水灌溉面积	0.0549	农业技术服务机构数量	0.0316

2. 熵值赋权法修正指标权重

使用熵值赋权法对使用层次分析法得出的权重结果进行调整,使用最大值-最小值方法对研究区域的指标数据进行标准化处理,这种方法可以保证避免出现在指标数据标准处理过程中数据标准化值为负值的情况。熵值赋权法的应用,旨在调整层次分析法所得权重,其基础步骤在于对指标数据进行标准化处理。

3 绿色低碳循环农业发展指数计算及分析

根据得到的指标权重数据,最终采用线性相加法计算张掖市绿色低碳循环农业发展指数,公式如下:

$$\text{绿色低碳循环农业发展指数} = \sum_{i=1}^n x_s \times w'$$

其中, Xs为张掖市指标数据的标准化值, w'为各项评价指标的最终权重,计算张掖市绿色低碳循环农业发展指数。2014年至2023年,张掖市绿色低碳循环农业发展成效显著,农业资源利用率提高,循环农业体系进一步完善,具体表现为农业清洁生产步伐加快,节约型农业成效明显,以及循环农业示范企业的成功运行。

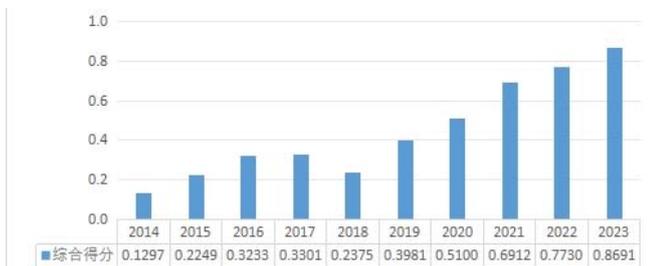


图1 张掖市绿色低碳循环农业发展指数

从图1可见,张掖市绿色低碳循环农业发展指数总体上升,显示良好发展态势。2017至2018年间,指数出现回落,主要是由于农业产值显著下降以及单位农业产值对应的化石能源排放量上升,这一变化部分归因于统计口径的调整。其发展可分三个阶段:2014-2017年为缓慢提升期,指数从0.1297增至0.3301,受益

于循环农业准则等指标;2018-2021年是加速增长期,指数跃至0.6912,得益于低碳农业政策驱动与数字技术应用(高效节水灌溉面积年增15%);2022-2023年属高位趋稳期,指数达0.8691后增速放缓,反映资源利用效率接近区域阈值。

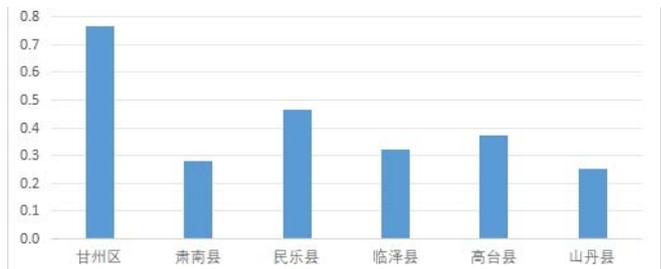


图2 2023年张掖市各区县绿色低碳循环农业发展指数

2023年张掖市各区县在绿色低碳循环农业发展方面取得了显著成效,其中甘州区在推动循环农业发展方面表现突出,得分最高,而山丹县则相对较低。各区县指数差距大,反映出该市农业发展存在区域不均衡问题,这与当地经济、农业投入、自然资源等因素有关。其中,甘州区单位面积农用塑料薄膜使用量得分最低,肃南裕固族自治县农业机械总动力等多项指标最低,民乐县单位农业增加值能耗得分最低,临泽县单位面积农用化肥施用量等四项指标得分最低,高台县单位产值化石源碳排放量等三项得分最低。为加快提升该市农业发展指数,在保证农业产值稳步上升的前提下,未来需加强提升绿色、低碳、循环农业发展指数,重点是减少单位面积农用化肥和农药施用量,降低单位产值化石能源碳排放量,增加高效节水灌溉面积,提升农牧业废物综合利用率,推动该市绿色低碳循环农业发展。

4 结论与建议

本研究构建张掖市绿色低碳循环农业发展评价指标体系,整合四大准则层(绿色、低碳、循环农业及综合指标),涵盖16项具体指标,采用层次分析法与熵值赋权法组合确定权重,对2014-2023年数据实证分析。研究发现:该市发展指数总体上升,从2014年的0.1297增至2023年的0.8691。分项看,绿色农业受单位面积农药施用量制约;低碳农业中单位产值化石能源碳排放量成为最大瓶颈,2023年能耗强度较2014年降31%,但2018年指数因统计口径变化回落;循环农业呈现出稳步上升的趋势,然而畜禽粪污的利用率却相对滞后,当废弃物利用率达到80%后,进一步提升的难度加大;综合指标中农业产值权重最高,但投入产出比与产值增长负相关,反映转型成本压力。区域上,2023年区县发展指数差异显著,甘州区最优、山丹县最低,不均衡突出,如肃南裕固族自治县机械动力与资源利用薄弱,民乐县能耗强度高,临泽县化肥农药使用及尾菜利用不足,高台县碳排放与成灾面积问题突出。研究表明,该市发展制约核心在于对化石能源依赖、化学投入品减量难、废弃物高值化利用技术瓶颈及区域协同机制缺失,需要技术集成、政策优化与跨区域协作突破。

为加速该市绿色低碳循环农业发展,应构建“技术-产业-政策”三位一体推进体系。技术上,需重点攻克农业清洁能源替

代及精准减排技术,并大力推广光伏农业大棚等创新技术。产业层面,应强化种养循环体系,促进高值转化,构建闭环产业链,同时推动秸秆分级高效利用,并设立尾菜精深加工示范园区。政策机制方面,应强化经济激励措施,促进区域协同发展,建立市级碳积分交易体系,并将绿色指数纳入区县绩效考核,针对短板指标实施差异化政策。同时,设立绿色农业转型基金缓解投入产出压力。此外,构建“高校-企业-合作社”技术推广网络,扩大智能监测设备覆盖,建立跨区县废弃物资源调度中心,形成发展范式,实现农业产值增长与生态效益可持续平衡。

[参考文献]

- [1]高旺盛,董孝斌.黄土高原丘陵沟壑区脆弱农业生态系统服务评价——以安塞县为例[J].自然资源学报,2003,18(2):7.
- [2]巩前文,李学敏.农业绿色发展指数构建与测度:2005—2018年[J].改革,2020,(01):133-145.
- [3]何可,李凡略,张俊飏,等.长江经济带农业绿色发展水平及区域差异分析[J].华中农业大学学报,2021,40(03):43-51.
- [4]金书秦,沈贵银,刘宏斌.农业面源污染治理的技术选择和制度安排[M].中国社会科学出版社,2017.
- [5]李欠男,李谷成,尹朝静.中国农业绿色发展水平的地区差异及收敛性——基于地级市面板数据的实证[J].中国农业大学学报,2022,27(2):230-242.

[6]林卿,张俊飏.生态文明视域中的农业绿色发展[M].中国财政经济出版社,2012.

[7]卢东宁,张雨.陕西省农业绿色发展水平评价研究[J].湖北农业科学,2022,61(06):201-206.

[8]牛文元.中国农业资源的可持续性分析[J].自然资源学报,1996,11(4):8.

[9]孙炜琳,王瑞波,姜茜,等.农业绿色发展的内涵与评价研究[J].中国农业资源与区划,2019,40(04):14-21.

[10]王丽娟,贾宝红,信丽媛.天津市农业绿色发展的驱动因素研究[J].中国农业资源与区划,2020,41(11):8.

[11]许烜,宋微.乡村振兴视域下农业绿色发展评价研究[J].学习与探索,2021,(03):130-136.

[12]叶谦吉.生态农业[J].农业经济问题,1982,(11):3-10.

[13]于法稳.习近平绿色发展新思想与农业的绿色转型发展[J].中国农村观察,2016(5):2-9.

[14]赵会杰,于法稳.基于熵值法对粮食主产区农业绿色发展水平进行综合评估[J].改革,2019(11):11.

作者简介:

杜旺兵(1989--),男,汉族,甘肃人,硕士研究生,高级工程师,研究方向:碳排放节能。