

引用格式：

唐莹, 孙玉晶. 粮食安全视角下东北地区耕地利用功能转型特征研究 [J]. 农业现代化研究, 2024, 45(2): 210-220.

Tang Y, Sun Y J. Study on the functional transformation characteristics of farmland utilization in northeast China from the perspective of grain security[J]. Research of Agricultural Modernization, 2024, 45(2): 210-220.

DOI: 10.13872/j.1000-0275.2024.0015



粮食安全视角下东北地区耕地利用功能转型特征研究

唐莹, 孙玉晶*

(辽宁大学公共管理学院, 辽宁 沈阳 110000)

摘要：系统考察东北地区耕地利用功能转型对粮食生产的影响, 有助于从国家全局层面把握耕地与粮食之间的关系, 从而为我国实现农业现代化和粮食安全高质量发展提供科学参考。本文基于 2011—2020 年全国省级面板数据, 采用熵权法、双固定模型等估计方法, 明晰东北地区耕地利用功能转型特征及其影响国家粮食安全的作用机制。结果表明: 2011—2020 年, 我国粮食安全水平呈上升态势, 东北地区耕地利用功能转型有效赋能全国粮食安全。在地区异质性研究中, 辽宁省、黑龙江省耕地利用功能转型的粮食安全保障效应更加明显, 吉林省作用渠道有待畅通。在维度异质性研究中, 东北地区耕地利用功能转型主要通过促进粮食数量安全和粮食经济安全保障我国粮食安全, 粮食生态质量保障效应不明显。据此, 为了使东北地区耕地利用功能转型更好地促进国家粮食安全, 从提供东北地区耕地利用与粮食生产经济补贴、因地制宜制定东北地区耕地利用功能转型策略、打造以生态质量为导向的“优质粮食工程”等方面提出建议。

关键词：东北地区; 粮食安全; 耕地利用功能转型; 双固定模型; 特征研究

中图分类号: F323.211

文献标识码: A

文章编号: 1000-0275 (2024) 02-0210-11

Study on the functional transformation characteristics of farmland utilization in northeast China from the perspective of grain security

TANG Ying, SUN Yu-jing

(School of Public Administration, Liaoning University, Shenyang, Liaoning 110000, China)

Abstract : A systematic investigation of the impacts of the functional transformation of farmland utilization in northeast China on grain production is helpful to hold the relationship between farmland and grains from the national level to provide scientific reference for the realization of agricultural modernization, grain security, and high-quality development in China. Based on a provincial panel data from 2011 to 2020, this paper analyzed the functional transformation characteristics of farmland utilization in northeast China and its function mechanism affecting national grain security by the entropy weight method and the double fixed model. Results show that: China's grain security level was on the rise from 2011 to 2020, and the transformation of farmland utilization function in northeast China effectively enabled the national grain security. In the regional heterogeneity study, the grain security guarantee effects of farmland utilization functional transformation in Liaoning and Heilongjiang Provinces were more obvious, but the function channel of Jilin Province needed to be unblocked. In the dimensional heterogeneity study, the farmland utilization functional transformation in northeast China mainly guaranteed China's grain security by promoting grain quantity security and grain economic security, but the effect of grain ecological quality assurance was not obvious. Therefore, to make the northeast region farmland utilization functional transformation to better promote national grain security, this paper suggests: providing economic subsidies for farmland utilization and grain production in northeast China, formulating the strategy of farmland utilization functional transformation in northeast China according to local conditions, and building a "high-quality food project" oriented by ecological quality.

Key words : northeast region; grain security; transformation of farmland utilization function; double fixed model; characteristics research

基金项目: 国家社会科学基金项目 (21BGL288)。

作者简介: 唐莹 (1982—), 女, 黑龙江哈尔滨人, 博士, 副教授, 主要从事土地经济管理与政策分析, E-mail: tangying@lnu.edu.cn; 通信作者: 孙玉晶 (1998—), 女, 山东烟台人, 硕士研究生, 主要从事耕地利用与保护研究, E-mail: another795@163.com。

收稿日期: 2023-07-06; 接受日期: 2024-01-21

Foundation item: National Social Science Foundation of China (21BGL288).

Corresponding author: SUN Yu-jing, E-mail: another795@163.com.

Received 6 July, 2023; **Accepted** 21 January, 2024

党的二十大报告提出“全方位夯实粮食安全根基”，粮食事关国运民生，对于促进经济发展、保障社会稳定和维护国家安全具有重要意义^[1]。研究粮食安全视角下的耕地利用功能转型是把握新时期国家安全发展大势、实现中国式农业现代化的关键路径。耕地作为保障粮食安全的载体^[2]，其稀缺性日渐凸显^[3]，功能性转型日渐完善^[4]，已从单一生产功能逐渐拓展为系统化多元功能^[5]。尤其在东北黑土区，耕地利用功能的内在特征和需求类型转型更为突出^[6]。在此背景下，剖析东北地区耕地利用功能转型的嬗变过程、转型路径和影响因素将成为夯实粮食生产根基、挖掘黑土区生产潜力、促进耕地利用功能转型与粮食安全协同发展的关键议题。

由于耕地多功能具有服务于农业现代化、高效化生产的实践特征^[7]，受到学界的广泛关注，在基础理论和作用机制方面形成了较为完善的研究体系。耕地利用功能基础理论的完善源于经济社会阶段发展、城镇化水平和技术进步等驱动因素^[8]形成的诱致性生产替代作用，推动了耕地利用结构按照社会生态型—经济社会型—生态经济型模式转型^[9]。在演变模式确定的基础上研究耕地各功能权衡协同关系，为制定区域耕地利用发展战略提供健全的理论基础^[10-11]。与此同时，作用机制研究深入探讨了耕地利用功能的多维环境效应^[12]、经济增长效应^[13]、粮食生产效应，明确了耕地利用的重要意义，拓宽了耕地功能的研究范畴。其中，耕地利用与粮食安全的互动机制受到广泛关注。一方面，粮食安全已成为维持耕地保有量^[14]、维护耕地“趋粮化”^[15]的重要政策工具，并在土地资源优化配置^[16]、国土空间优化调控^[17]等领域展现潜力。另一方面，构建以结构保护和过程调控为主线的耕地利用路径^[18]，可以实现耕地生态功能和粮食安全协同发展^[19]。因此，在探讨二者作用机制上，学者们的研究结论相对一致，即耕地利用功能转型赋能粮食生产，粮食安全战略实施优化耕地功能。综上所述，耕地利用功能研究体系完善、内容充分，但仍存在不足之处：从研究视角上看，已有研究主要关注耕地利用的静态转型，从转型理念^[8]、方式^[20]、效果^[21]上寻找逻辑依据，少有研究涉及粮食安全动态视角下的耕地利用功能转型问题。从研究尺度上看，研究主要集中在国家^[22]或省级^[23]尺度，较少关注特定主体功能区耕地功能转型对粮食安全的影响。基于此，本文将东北地区耕地利用功能转型纳入全国粮食安全考察范畴，重点关注东北地区耕地利用功能转型对我国粮食安全的作用机制，系统剖析二者

间的作用关系，为推进东北地区耕地功能有序转型与粮食安全保障提供参考与借鉴。

本文尝试在理论上聚焦于影响全国粮食生产的东北地区耕地多功能，并基于2011—2020年全国省级面板数据，采用熵权法、双固定模型等估计方法，探究全国粮食安全视角下东北地区耕地利用功能的转型特征。相较以往文献，本文可能的边际贡献在于：在研究对象方面，将东北地区耕地利用功能转型研究拓宽到全国粮食安全领域，丰富了耕地利用在粮食生产中的研究成果；在研究内容上，系统探究了耕地利用功能转型对粮食安全的影响机制，为耕地利用和粮食保障提供政策参考。

1 理论基础与研究假说

1.1 耕地利用功能转型

耕地利用功能转型是指在时间维度上耕地利用多重功能属性的动态演变过程。耕地利用多功能通常指耕地资源系统在内、外部因素交互作用下提供产品、服务以满足农户生存和发展的各种能力，包括粮食生产、经济产出、生活保障、生态维持等多重功能。耕地利用功能转型是随社会经济阶段与国家发展战略而不断衍生的结果^[10]。因此，在当前粮食安全战略背景下，耕地利用功能转型呈现出国民经济贡献功能、粮食安全保障功能、生态安全维护功能等多重属性特征，为粮食安全与耕地功能研究奠定理论基础。

1.2 东北地区耕地利用功能转型

东北地区作为世界三大黑土区之一，其耕地利用功能转型对中国经济发展和社会稳定具有重要意义。根据已有研究^[24]和国家制定的东北振兴相关政策，作为中国重要的老工业基地、粮食主产区与生态功能区，东北地区经济社会阶段已发生转型^[25]，这也导致区域内耕地利用在功能上发生变动。

1.2.1 东北地区经济发展推动耕地国民经济贡献功能转型 在经济社会发展方面，东北地区经济社会发展是影响耕地国民经济贡献功能的关键因素。作为在东北地区生产总值中占比较高的种植业，其总产值随东北振兴战略的实施而逐渐提升。继2003年《中共中央、国务院关于实施东北地区等老工业基地振兴战略的若干意见》后，2016年《国务院关于深入推进实施新一轮东北振兴战略加快推动东北地区经济企稳向好若干重要举措的意见》再次将东北振兴提上日程。一方面，《意见》要求加强组织协调与加大资金投入，规范种植业生产。通过加大财政金融投资支持力度拓宽种植业生产渠道，构建

以地方政府为责任主体, 社会各界监督检验的区域种植业生产制度, 促进地区和全国种植业总产值整体提升。另一方面, 《意见》推进种植业与多种产业创新融合, 产业融合升级拓宽种植业总产值增长渠道。通过产业升级, 提高农产品附加值, 构建以种植业为基础, 知识产业为主导的农业生产、农产品销售、乡村旅游、乡村信息产业融合体系, 打造全方位多层次的种植业生产发展路径, 为我国粮食安全政策实施树立典型。除此之外, 合理的地区产业布局促进农业生产总值增长。2023年, 国家发改委发布了《关于对拟设立承接产业转移示范区进行公示的通知》, 拟设立吉西南和蒙东承接产业转移示范区, 通过税收、土地优惠政策调整区域内经济结构及产业布局, 合理的产业经济结构促进东北地区农业生产总值增加, 提升我国耕地国民经济贡献功能。

1.2.2 东北地区粮食生产地位推动耕地粮食安全保障功能转型 在粮食安全保障方面, 东北地区作为我国最大的粮食生产基地, 在国家粮食安全保障中具有举足轻重的地位, 其耕地粮食安全保障功能日益凸显。其中, 2022年东北地区粮食产量占全国总产量的20.9%, 粮食产量的增加和粮食品质的提升成为东北地区保障我国粮食安全的重要标志。东北地区振兴规划中明确提出, 要“建成现代化国家级商品粮基地, 确保其具备稳定的粮食生产能力和商品粮供给能力”。一方面, 商品粮基地建设增加粮食产量, 缓解耕地“非粮化”进程。先进的基础设施、繁育良种技术和农机装备投入构建了专业化、规模化的耕地粮食生产区域块, 在建成现代化国家级商品粮基地的同时, 确保了耕地稳定的粮食生产能力和商品粮供给能力。另一方面, 以稳定的粮食生产供应能力为基础, 提升粮食品质。以中低粮食产田改造为重点的农业综合生产体系建设发展了精准型、高质型、节约型设施农业和循环农业, 建设了专业化、规模化大型优质农产品基地, 促进地区粮食品质的提高及全国粮食安全标准的抬升。此外, 种粮收入及财政补贴作为平衡东北地区经济发展和我国粮食安全的桥梁, 在提升粮食安全保障功能中发挥了必不可少的作用。《东北全面振兴“十四五”实施方案》中指出: 巩固东北地区作为国家粮食“压舱石”的地位, 确保其经济高质量发展。东北地区耕地的高农业化水平和高粮化率使其粮食总产量和商品粮分别占全国总产量的1/4和1/3, 在承担粮食安全保障责任的同时需要国家经济补贴的倾斜, 只有这样才能保证东北地区经济高质量发展, 成为名

副其实的中国粮食安全“稳压器”和“压舱石”。

1.2.3 东北地区生态保护政策推动耕地生态安全维护功能转型 在生态安全维护方面, 东北地区作为我国关键的商品粮基地, 是生态环境政策与耕地保护政策调控的重点区域, 其耕地生态安全维护功能随政策推行不断提升。首先, 进行中低产耕地生态化治理。东北地区振兴规划中指出: 加大沙化、退化、水土流失土地治理力度, 合理利用耕地资源。将生态理念引入耕地治理与保护中, 耕地可持续利用得以实现, 为我国耕地生态功能发展奠定基础。其次, 控制耕地碳汇, 建设重点生态功能区。《国务院关于近期支持东北振兴若干重大政策举措的意见》中指出: 推进重点生态功能区环境整治与建设保护, 着力推进区域耕地绿色低碳发展。耕地碳库作为土壤碳库的重要组成部分, 具有巨大的碳汇潜力。通过在耕地生产中大力推广免耕技术、增加秸秆还田面积、合理施用化肥等有效措施来固碳减排, 建设统筹耕地数量、质量、生态“三位一体”的生态功能区, 为我国实现耕地保护、粮食安全、生态红线政策指明方向。最后, 坚持绿色发展, 推动耕地生态服务价值持续提升。高标准绿色农业生产基地与农产品出口基地的建设, 使东北地区形成了高产、优质、高效、生态和安全的耕地利用生产模式, 提高了耕地生态服务价值, 促进区域耕地可持续利用和我国耕地生态安全维护功能永续增强。

由此, 本文提出研究假设H1: 2011—2020年, 东北地区耕地利用功能转型水平提升。

1.3 耕地利用功能转型对粮食安全的影响机制

耕地利用功能转型对粮食安全的影响机制如图1所示。“十三五”规划提出“藏粮于地、藏粮于技”, 耕地是粮食生产的基础命脉, 而粮食安全战略为耕地利用功能转型提供保障。

耕地国民经济贡献功能是粮食安全的基础, 粮食安全是耕地国民经济贡献功能的保障。作为粮食生产基础, 健全的耕地国民经济贡献功能意味着农业生产总值的稳步提升以及种植业规模的逐步扩大。种植业总产值在国内生产总值中的占比结构优化, 促使耕地生产能力、耕地生产劳动力、耕地生产基础设施向高水平、高标准不断迈进, 以保障粮食生产能力和商品粮供给能力逐渐向好。因此, 耕地国民经济贡献功能的完善是维护国家粮食安全的基础。反之, 粮食安全也能够保障耕地的国民经济贡献功能。粮食安全战略的制定以及财政政策的倾斜使粮食销售价格指数以及种粮净利润稳步提升, 保障了耕地生产所需满足的经济要求。在此基础上,

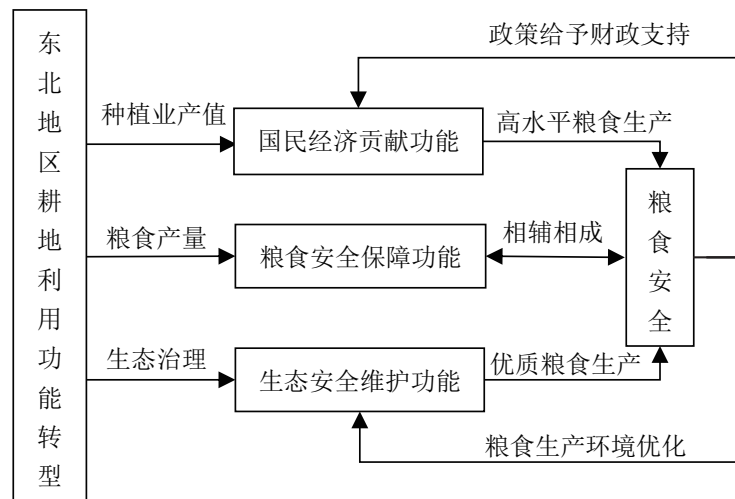


图1 耕地利用功能转型与粮食安全的影响机制

Fig. 1 Influence mechanism of functional transformation of farmland utilization and grain security

耕地生产性设施建设以及耕地生态化治理促进良性化、富集化的耕地资源直接参与农业生产与经济贡献，稳住耕地的国民经济贡献能力。

耕地粮食安全保障功能与粮食安全相辅相成。一方面，耕地的粮食安全保障功能维护粮食安全。耕地资源的生产能力和保障功能象征着稳定的粮食产量和充足的粮食播种面积，防止耕地“非农化”、“非粮化”，从根本上遏制粮食危机。在此基础上，高标准农田建设能够提高耕地利用效率，提升粮食生产能力和供应能力，确保粮食供给总量充足、库存充裕、自给率高。另一方面，粮食安全战略的实施也能发展耕地的粮食安全保障功能。粮食安全战略要求实行最严格的耕地保护制度，健全耕地管护机制，建设粮食生产功能区和粮食安全产业带，维护耕地的粮食生产功能。此外，粮食安全实施“藏粮于地、藏粮于技”战略，其中，藏粮于地强调了珍惜耕地资源，守住18亿亩（1.2亿 hm^2 ）耕地红线，保护黑土地，这样既能夯实耕地产粮基础，又能提高粮食单产和种粮收益，发展耕地的现代化粮食生产功能。

耕地生态安全维护功能为粮食高质量生产提供生态激励，粮食安全是耕地生态安全维护功能的重要推动力，二者统一于人们不断增长的美好生活需求。耕地生态安全维护功能决定了粮食持续生产能力。在生态目标指导下，耕地保护向数量管控、质量管理、结构管治和生态管护“四位一体”模式转变，构建了绿色生产、产出高效、产品优质的粮食生产体系，实现粮食供应可持续化。生态化、科学化的新时代生产理念推动耕地利用高效施肥、有效碳汇，从而提高粮食产量和品质，促进粮食生产由

增产转向优质、绿色目标。另外，粮食安全战略提升耕地生态安全维护功能。粮食安全战略实施至今，粮食生境质量以及粮食固碳量标准不断向好发展，粮食生产与化肥面源污染脱钩形势乐观，这一趋势促进粮食供应持续性及稳定性协同并进，构建了高投入、高产出、高效益、高科技与可持续化、集约化、生态化并存的现代耕地生产模式，提升耕地生态安全维护功能。

由此，本文提出研究假设H2：2011—2020年，东北地区耕地利用功能转型显著促进全国粮食安全。

2 研究区概况

鉴于研究数据的可获得性，本文的研究区主要涉及黑龙江省、吉林省和辽宁省3个省份。在自然地理环境方面，东北地区是一个生态完整、结构合理的自然地理单元。全区总面积78.73万 km^2 ，占全国国土总面积的8.2%。区域内平原广布，黑土地土壤肥沃、土层深厚，分布着世界三大黑土带之一，适合耕作和发展多种规模经营。在经济社会发展方面，东北地区经济社会发展^[13]促进耕地利用功能转型，奠定了国家粮食安全主产区地位：第一，“东北现象”阶段。东北地区作为新中国最早解放地区之一，经济发展曾一度处于全国领先水平。但好景不长，1990年，囿于自身产业定位与僵化的体制机制，东北地区工业经济陷入困境，大批国有企业停产破产，众多职工下岗失业，区域性经济低迷弱化东北发展能力。第二，“振兴东北”阶段。党的十六大提出改造东北老工业基地，并于2004年正式实施“振兴东北”战略，用新思路、新体制、新机制、新方式振兴老工业基地。这一战略的提出为

东北地区经济社会发展注入新鲜活力和强劲动力,增强了东北经济抵御风险的能力。第三,“新东北现象”阶段。改革开放后,国内外市场环境波诡云谲,东北地区以资源开采等重工业为主的城市发展接续产业逐渐落后于时代发展浪潮,于 2013 年经济增速开始“断崖式”下滑。然有赖于“振兴东北”战略的实施,此次经济趋缓没有产生大规模集中性失业问题,表明东北经济正不断正视市场竞争中的深层次结构性和体制性问题,强韧的经济抗风险能力保障东北地区耕地功能性转型和粮食生产能力的

稳健发展。

3 研究方法 with 数据来源

3.1 变量选取

1) 被解释变量:粮食安全。借鉴耕地保护工作中的“三位一体”理念,结合数据可获得性等原则,参考相关研究^[26-27],本文从数量安全、经济安全和生态质量安全三个方面构建粮食安全评价指标体系,采用熵权法计算粮食安全综合指数(表 1)。

表 1 粮食安全评价指标体系

Table 1 Grain security evaluation index system

指标类型	具体指标	性质	指标含义
数量安全	粮食单产 (t/hm ²)	+	反映粮食单位产量
	人均粮食保证率 (%)	+	反映粮食人均占有量
	粮食播种面积占比 (%)	+	反映粮食播种面积比重
经济安全	财政支农金额 (元)	+	反映财政支农情况
	粮食销售价格指数 (%)	+	反映粮食市场价格变动情况
	种粮净利润 (元 /hm ²)	+	反映粮食生产利润情况
生态质量安全	化肥施用强度 (t/hm ²)	-	反映粮食生产化肥施用情况
	粮食生境质量 (/)	+	反映粮食生产环境质量状况
	粮食固碳量 (/)	+	反映粮食生产碳汇, 参考文献计算 ^[28]

2) 解释变量:耕地利用功能转型。基于东北地区耕地利用功能转型现状,参考相关文献^[29],将耕地利用功能转型细化为国民经济贡献功能转型、

粮食安全保障功能转型、生态安全维护功能转型三方面。结合三方面指标体系数值,采用熵权法计算耕地利用功能转型综合指数(表 2)。

表 2 耕地利用功能转型评价指标体系

Table 2 Evaluation index system of functional transformation of farmland utilization

功能类型	具体指标	性质	指标含义
国民经济贡献功能	耕地单位面积农业产值 (元 /hm ²)	+	反映耕地生产价值
	耕地经营效益水平 (元 /hm ²)	+	反映耕地种植业生产价值
	耕地农林牧渔业贡献度 (%)	+	反映耕地农林牧渔业价值贡献水平
	耕地国民经济贡献度 (%)	+	反映种植业国民经济贡献水平
粮食安全保障功能	粮食生产指数 (t)	+	反映耕地的粮食生产状况
	有效灌溉指数 (%)	+	反映耕地水利设施状况
	耕地压力指数 (/)	-	反映耕地压力情况, 参考文献计算 ^[28]
生态安全维护功能	化肥施用强度 (t/hm ²)	-	反映耕地化肥施用情况
	水土流失治理面积 (hm ²)	+	反映耕地水土流失治理情况
	耕地碳汇 (/)	+	反映耕地固碳能力, 参考文献计算 ^[28]
	生态服务价值 (元)	+	反映耕地生态价值, 参考文献计算 ^[30]

3) 控制变量。为控制其他变量对粮食安全的影响,本文参考相关文献^[31-32],选取①农户收入结构,以农户非农收入与农村居民可支配收入比值来表示;②农村合作社数量,以农村合作社数量来表示;③农业技术人员占比,以农业技术人员占农业从业人员比重来表示;④农业机械化水平,以农业机械化服务组织数量来表示;⑤农业专利水平,以农业专利数量来表示;⑥农作物多样性水平,以农

作物多样性指数来表示;⑦化肥施用强度,以单位耕地化肥施用强度来表示;⑧地均劳动力承载量,以单位耕地承载劳动力数量来表示。各变量描述性统计见表 3。

3.2 回归模型选择

在机理分析的基础上,初步假定东北地区耕地利用功能发生转型并对全国粮食安全有促进作用。考虑到样本数据存在个体特征差异,且 Hausman 检

表3 变量描述性统计
Table 3 Descriptive statistics of the variables

变量类别	变量名称	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	粮食安全	0.105	0.041	0.045	0.422
解释变量	耕地利用功能转型	0.465	0.027	0.401	0.506
控制变量	农户收入结构	0.060	0.014	0.027	0.095
	农村合作社数量	0.047	0.038	0.002	0.209
	农业技术人员占比	9.795	0.760	7.893	10.963
	农业机械化水平	0.603	0.648	0.019	2.631
	农业专利水平	0.103	0.128	0.001	0.758
	农作物多样性水平	0.504	0.169	0.283	1.083
	化肥施用强度	0.485	0.227	0.097	1.187
	地均劳动力承载量	0.008	0.004	0.001	0.023

验结果显著，因此本文采用固定模型检验耕地利用功能转型对粮食安全的影响，具体模型如下：

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 X_{i,t} + \beta_2 C_{i,t} + \mu_i + \omega_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

式中： $Y_{i,t}$ 和 $X_{i,t}$ 分别表示第*i*个省份第*t*年度的粮食安全和耕地利用功能转型水平； $C_{i,t}$ 为其他控制变量； β_0 、 β_1 、 β_2 为变量回归系数； μ_i 和 ω_t 为省份和年份的哑变量，以控制个体效应和时间效应； $\varepsilon_{i,t}$ 为随机扰动项。

3.3 数据来源

考虑到东北地区国家支持政策的时效性和研究的完整性，选取2011—2020年数据分析东北地区耕地利用功能转型对全国粮食安全的作用机制。其中，粮食安全、耕地利用功能转型和控制变量各指标数据来源于《中国统计年鉴》《辽宁省统计年鉴》《吉林省统计年鉴》《黑龙江省统计年鉴》《中国科技统计年鉴》以及国家统计局和各省统计局，除此之外，为统一量纲，减少异方差的影响，对较大数据作对数处理。

4 结果与分析

4.1 粮食安全与耕地利用功能转型变化趋势

依据熵权法测算结果，编制2011—2020年东北地区耕地利用功能转型和粮食安全水平趋势变化图（图2）。结果显示：①东北地区耕地利用功能转型水平整体呈上升趋势，均值从0.401上升至0.506，年均增幅达2.62%。这表明《东北黑土地保护性耕作行动计划》等政策使东北耕地利用功能转型取得了一定成果，耕地的国民经济贡献、粮食安全保障、生态安全维护等功能优化。研究假设1成立，可以在此基础上探究东北地区耕地利用功能转型对粮食安全的影响。②东北地区粮食安全水平整体呈上升趋势，均值从0.451上升至0.461，年均增幅达0.22%。

但与耕地利用功能转型水平相比增幅较慢，可能的原因是东北地区在维护自身粮食生产的同时，更多地作为国家粮食安全“稳压器”发挥作用。③全国粮食安全水平呈快速上升趋势，均值从0.183上升至0.905，年均增幅达39.45%。我国粮食安全水平增幅大是因为东北地区粮食生产实现“十九连丰”，其保障全国粮食生产的能力正逐步增强。因此，我国实施高质量发展、农业现代化建设等政策，能够促进东北地区耕地利用功能优化转型，进而提升全国粮食安全水平。

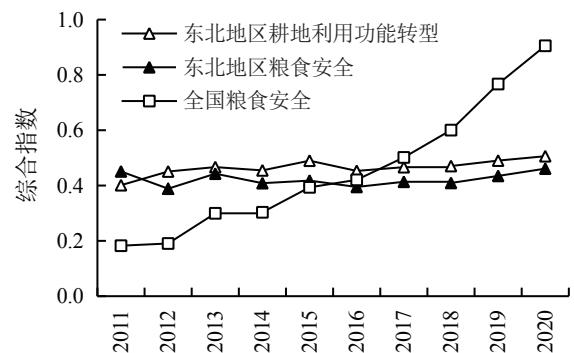


图2 2011—2020年东北地区耕地利用功能转型与粮食安全水平变化趋势

Fig. 2 Trends of farmland use function transformation and grain security level in northeast China from 2011 to 2020

4.2 东北地区耕地利用功能转型对粮食安全的影响

4.2.1 回归结果分析 为避免回归模型多变量间存在多重共线性问题影响估计结果可信度，首先进行共线性诊断，结果表明VIF最大值为4.9，小于10，故认为不存在多重共线性问题。回归结果如表4所示。其中，第一列和第二列在控制个体和时间固定效应的基础上进行简单回归，结果显示东北地区耕地利用功能转型在1%的显著性水平下正向影响东北和全国地区的粮食安全。这意味着《东北黑土地

表 4 基准回归结果
Table 4 Benchmark regression results

变量名称	东北地区粮食安全 (未加控制变量)	全国粮食安全 (未加控制变量)	全国粮食安全 (加入控制变量)
耕地利用功能转型	0.659*** (0.220)	0.321*** (0.068)	0.282** (0.114)
农户收入结构			0.914 (0.619)
农村合作社数量			0.084 (0.139)
农业技术人员占比			0.037* (0.021)
农业机械化水平			0.023 (0.019)
农业专利水平			0.028 (0.018)
农作物多样性水平			-0.074** (0.037)
化肥施用强度			-0.078* (0.046)
地均劳动力承载量			3.281** (1.447)
常数项	-0.141 (0.100)	-0.043 (0.031)	-0.418** (0.206)
R ²	0.403	0.162	0.212

注：*、** 和 *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 水平下显著，括号内为标准误。下同。

保护规划纲要》等耕地保护政策的实施，夯实了国家粮食安全根基，推进东北乃至全国粮食安全水平稳步提升。第三列在简单回归的基础上加入控制变量，结果显示东北地区耕地利用功能转型在 5% 的显著水平上正向影响粮食安全。也就是说，东北地区作为我国最大的商品粮基地，其耕地国民经济贡献功能、粮食安全保障功能、生态安全维护功能分别提升种植业总产值、提高粮食产量、保障粮食品质来提高全国粮食安全水平。另外，估计系数表明，东北地区耕地利用功能转型水平提升 1%，全国粮食安全水平增长 28.2 个百分点，其粮食安全保障度接近 1/3。这与国家发布的东北地区粮食产量占全国的 1/4，商品量 1/4，调出量 1/3 等统计数据具有逻辑一致性。初步证明研究假设 2，东北地区耕地利用功能转型水平越高，全国粮食安全保障度就越强。

4.2.2 控制变量结果分析 在控制变量方面，农业技术人员与粮食安全水平呈正相关关系，农业技术人员参与粮食生产，能够提高生产技术化和专业化水平，从而提高粮食产能；地均劳动力承载量与粮食

安全水平呈正相关关系，地均劳动力承载量提高意味着耕地生产韧性增强，从而保障粮食安全；农作物多样性与粮食安全水平呈负相关关系，过多种植经济作物会导致粮食作物种植面积减少、种植水平降低，因此，对于保障国家粮食安全的东北地区来说，除了必要的经济作物种植，耕地生产重心要着眼于粮食生产；化肥施用强度与粮食安全水平呈负相关关系，这说明我国粮食安全发展开始向生态化方向转型。此外，为了保障研究的全面性，本文还选取了农户收入结构、农村合作社数量、农业机械化组织、农业专利作为控制变量，其估计系数为正，但统计意义不显著。

4.3 东北地区耕地利用功能转型影响粮食安全的稳健性检验

1) 更换模型估计方法。考虑到本文测度的粮食安全综合指数取值为 0~1，符合受限因变量模型条件，故使用面板 Tobit 模型重新对式(1)进行估计，结果如表 5 第一列所示。对比 Tobit 模型和 OLS 模型估计结果，东北地区耕地利用功能转型对全国粮

表 5 稳健性检验
Table 5 Robustness test

变量名称	Tobit 检验	缩尾处理	剔除直辖市样本
耕地利用功能转型	0.503*** (0.081)	0.282** (0.114)	0.347** (0.151)
农户收入结构	-0.676*** (0.195)	0.914 (0.619)	0.965 (0.705)
农村合作社数量	-0.129 (0.086)	0.084 (0.139)	0.113 (0.158)
农业技术人员占比	0.003 (0.005)	0.037* (0.021)	0.025 (0.023)
农业机械化水平	0.020*** (0.004)	0.023 (0.019)	0.028 (0.020)
农业专利水平	0.048*** (0.016)	0.028 (0.018)	0.031 (0.020)
农作物多样性水平	0.051*** (0.016)	-0.074** (0.037)	-0.068 (0.042)
化肥施用强度	0.049*** (0.013)	-0.078* (0.046)	-0.101* (0.061)
地均劳动力承载量	-1.797** (0.874)	3.281** (1.447)	6.646*** (2.355)
常数项	-1.660** (0.066)	-0.418** (0.206)	-0.349 (0.229)
R ²	-0.130	0.212	0.216

食安全的影响方向保持不变，在 1% 的统计水平上显著为正，更换模型后的估计结果与基准结果的结论一致。

2) 缩尾处理。对样本值的上下 1% 进行缩尾处理，并进行重新回归。结果见表 5 第二列，东北地区耕地利用功能转型在 5% 的显著性水平下有效赋能粮食安全，其余控制变量的估计系数和显著性与基准回归基本保持一致，这说明本文的结论比较稳健。

3) 剔除部分样本。考虑到直辖市的粮食生产明显有别于其他省份，因此，将北京、天津、上海、重庆 4 个直辖市样本数据剔除，使用剩余样本数据对式 (1) 进行估计，结果如表 5 第三列所示，耕地利用功能转型的估计系数在 5% 的统计水平上显著为正，结果稳健。表 5 估计结果与表 4 具有逻辑一致性，研究假设 2 成立，东北地区耕地利用功能优化转型促进全国粮食安全水平提升。

4.4 东北地区耕地利用功能转型对粮食安全影响的异质性分析

1) 地区异质性。将东北地区细分为辽宁、吉林、黑龙江，探讨东北地区耕地利用功能转型对全国粮食安全作用的地区异质性。回归结果如表 6 所示，黑龙江和辽宁耕地利用功能转型在 5% 显著性水平上正向影响全国粮食安全。这意味着，近年来黑龙江以农业现代化为主线，不断提高耕地生产的机械化、科技化、产业化、规模化水平，使粮食产量、商品量和调出量连续多年位居全国第一，为维护粮食安全打下坚实的基础，成为名副其实的“中华大粮仓”。同时，辽宁省积极推进《关于在流通领域实施优质粮食工程的通知》，构建了产业链、价值链、供应链“三链协同”，促进了产、购、储、加、销“五优联动”，协调推进粮食生产和粮食效益水平提

升，保障全国粮食安全。吉林耕地利用功能转型呈负显著，根据前文研究数据和相关政策可知，吉林为保护耕地利用和保障粮食安全实施的“梨树模式”和“千亿斤粮食”等工程，切实提高了耕地利用功能转型水平，并有效保障东北地区粮食安全。因此，负显著的原因是吉林耕地利用功能转型普惠全国粮食安全的作用路径有畅通和改善的空间。异质性分析为东北地区耕地利用功能科学转型以及保障我国粮食安全提供地区政策导向，有利于东北地区商品粮基地地位的提升。

2) 维度异质性。将粮食安全分为数量安全、生态质量安全及经济安全 3 个维度，考察东北地区耕地利用功能转型对全国粮食安全效应的维度异质性，结果如表 7 所示。对于粮食数量安全来说，东北地区耕地利用功能转型在 5% 显著水平上正向影响国家粮食数量安全水平，说明东北地区作为我国最大的商品粮基地，其耕地功能优化显著提升了国家粮食产能。对于粮食生态质量安全来说，耕地利用功能转型未呈现显著影响，但存在正向作用。在《加快建设农业强国 推进农业农村现代化》中，习总书记强调“提升粮食产能仍是建设农业强国的首要任务”。由于我国人口基数大、人均粮食占有量较全球平均水平低等原因，使我国粮食安全和耕地利用政策重点关注粮食产能提升，生态举措在实施中进程稍缓。而对于粮食经济安全来说，其综合指数由财政支农、粮食销售价格指数和单位面积种粮净利润三项指标进行衡量，其中，财政支农作为刚性指标，其显著的负向作用抵消了粮食销售价格和种粮净利润的正向作用，使粮食经济安全估计系数在 1% 的统计水平上显著为负。可能的原因在于，东北地区耕地利用的优化转型使国家粮食安全得到保障，促使财政支出相应的放宽了对农业生产和粮

表 6 地区异质性

Table 6 Regional heterogeneity

变量名称	辽宁	吉林	黑龙江
耕地利用功能转型	0.381** (0.154)	-2.420** (0.975)	0.119** (0.048)
农户收入结构	0.914 (0.619)	0.914 (0.619)	0.914 (0.619)
农村合作社数量	0.084 (0.193)	0.084 (0.139)	0.084 (0.139)
农业技术人员占比	0.037* (0.021)	0.037* (0.021)	0.037* (0.021)
农业机械化水平	0.023 (0.019)	0.023 (0.019)	0.023 (0.019)
农业专利水平	0.028 (0.018)	0.028 (0.018)	0.028 (0.018)
农作物多样性水平	-0.074** (0.037)	-0.074** (0.037)	-0.074** (0.037)
化肥施用强度	-0.078* (0.046)	-0.078* (0.046)	-0.078* (0.046)
地均劳动力承载力	3.281** (1.447)	3.281** (1.447)	3.281** (1.447)
Constant	-0.490** (0.212)	0.539 (0.203)	-0.348 (0.203)
R ²	0.212	0.212	0.212

表 7 维度异质性

Table 7 Dimension heterogeneity

变量名称	粮食数量安全	粮食生态质量安全	粮食经济安全
耕地利用功能转型	0.264** (0.108)	0.026 (0.087)	-0.145*** (0.048)
农户收入结构	-0.242 (0.586)	0.896* (0.472)	0.142 (0.261)
农村合作社数量	-0.009 (0.131)	0.059 (0.106)	0.001 (0.059)
农业技术人员占比	0.011 (0.020)	0.003 (0.016)	-0.080 (0.009)
农业机械化水平	0.014 (0.018)	0.005 (0.014)	0.009 (0.008)
农业专利水平	0.002 (0.017)	-0.010 (0.014)	0.005 (0.008)
农作物多样性水平	-0.076 (0.035)	0.076*** (0.028)	-0.038** (0.016)
化肥施用强度	-0.021 (0.044)	-0.019 (0.035)	0.002 (0.019)
地均劳动力承载力	-0.578 (1.369)	0.261 (1.103)	-0.046 (0.610)
Constant	-0.137 (0.195)	-0.017 (0.157)	0.175** (0.087)
R ²	0.312	0.149	0.242

食安全的支持程度。因此，粮食经济安全估计系数为负也从侧面体现出我国粮食安全水平在稳步提升。研究结果为我国构建粮食安全保障格局提供政策导向，即需要更加注重粮食生态质量安全水平的提升。

5 结论与建议

5.1 结论

系统考察东北地区耕地利用功能转型对粮食生产的作用机制，有助于从全国层面把握耕地与粮食的关系，从而为耕地利用与粮食生产协同发展提供科学参考。本文在理论上聚焦东北地区耕地利用功能转型及其与粮食安全的互动机制，以 2011—2020 年全国省级面板数据为基础，运用熵权法、双固定模型探究粮食安全与耕地利用功能转型的作用机制，研究结论为：

第一，东北地区耕地利用功能转型和粮食安全水平的提升，为区域发展探索出特色道路，即以耕地利用为基础的粮食生产、粮食销售、粮食景观旅游的一体化路径，提高东北地区抗风险能力和国家粮食安全韧性。

第二，东北地区耕地利用功能转型显著提升全国粮食安全水平，其“压舱石”地位逐渐凸显。其中，黑龙江粮食产能连续多年突破 7 500 万 t，在保障粮食安全中发挥基础作用。吉林、辽宁以粮食高品质为主线，发展粮食销售、特产旅游等复合产业，提高地区发展水平和国家粮食品质。东三省协调互馈，共建粮食安全格局。

第三，东北地区粮食安全保障路径向生态质量方向拓展。粮食数量方面，东北地区约 1.5 亿 t 的粮食产量基本保障我国粮食产能。粮食经济方面，东北地区粮食价格补贴机制逐渐完善，种粮利润和

农户种粮积极性提高。而随着高质量发展战略的提出，东北地区粮食安全政策路径开始向生态质量方向转型。

5.2 政策建议

第一，为东北地区保障国家粮食安全提供经济支持。东北地区耕地利用功能转型保障国家粮食安全，需要相应的粮食生产补贴弥补地区经济发展水平。要坚持以国家财政为主体，粮食主销区经济支出为重心的粮食生产与经济补贴增减挂钩制度。由于粮食主销区的资源禀赋和生产基础不适宜大规模种植粮食作物，其发展手段是将生产要素投入经济建设，而相对忽视粮食生产，因此需要付出相应的经济成本维护国家粮食安全。为健全增减挂钩制度，应坚持科学性、公平性等原则，在核算东北种粮机会成本、粮食销售价格指数以及粮食主销区的国民经济贡献度等参照指标的基础上，按比例平衡东北地区因粮食生产而出现的经济差额，协调东北地区粮食生产与经济发展，从而更好地保障国家粮食安全。

第二，因地制宜制定东北耕地利用功能转型策略，共建粮食安全格局。发挥黑龙江在粮食生产中的基础作用，在国家立法层面为黑土地保护制定刚性约束。随着《黑龙江省黑土地保护工程实施方案（2021—2025 年）》《东北黑土地白皮书（2020）》等政策文件的发布，“黑土地保护”上升到战略层面，因此，亟待通过国家立法来保护黑龙江广阔的黑土地，以提高粮食产能，实现粮食安全。吉林、辽宁应依靠黄渤海新区地理优势，打造粮食特色品牌效应。一方面，品牌创建要抓粮食品质，引入粮食质量检测体系，杜绝以次充好等败坏品牌信誉的行为；另一方面，加强品牌宣传与售后服务，落实粮食产后服务体系，提高粮食品牌完善程度。近年来，《吉

林大米品牌跃升工程实施方案》《辽宁省粮食产后服务体系运营管理办法》等政策实施效果良好，应扩大应用范围，实现粮食产业链延长、产品附加值提高，提升粮食安全水平。

第三，打造以生态质量为导向的“优质粮食工程”，实现粮食产业高质量发展。“优质粮食工程”作为粮食产业高质量发展的载体，是建设农业现代化强国的有力举措。因此，要以“优质粮食工程”为目标，健全粮食质量检测体系、粮食产后服务体系、“中国好粮油”行动等制度多元融合的高质量发展格局。东北地区作为保障国家粮食安全的先导，应在“优质粮食工程”实施过程中发挥示范作用。以地区规模化粮食种植和粮食产量为基础，围绕粮食产业高质量发展目标，健全完善粮油标准体系。随后，依靠标准引领倒逼质量提升，培育粮食产业核心竞争力，形成产业链延伸、价值链提高的粮食生产新优势。在此基础上，促进示范效应和经验溢出，将“优质粮食工程”建设经验和作用机制拓展到全国，提高国家粮食安全韧性，实现粮食质量和现代化农业高效生产的有机统一。

参考文献：

- [1] 龙花楼, 张英男, 刘彦随, 等. 中国现代农业与乡村地理学研究进展 [J]. 经济地理, 2021, 41(10): 49-58.
Long H L, Zhang Y N, Liu Y S, et al. The state-of-the-art of agricultural geography and rural development research in China[J]. Economic Geography, 2021, 41(10): 49-58.
- [2] 韩杨. 中国耕地保护利用政策演进、愿景目标与实现路径 [J]. 管理世界, 2022, 38(11): 121-131.
Han Y. The policy evolution, vision goal and realization path of China's cultivated land protection and utilization[J]. Journal of Management World, 2022, 38(11): 121-131.
- [3] 吕晓, 孙晓雯, 彭文龙, 等. 基于能值分析的沈阳市耕地利用可持续集约化时空分异特征研究 [J]. 中国土地科学, 2022, 36(9): 79-89.
Lü X, Sun X W, Peng W L, et al. Spatial-temporal differentiation of sustainable intensification of cultivated land use in Shenyang City based on emergy analysis[J]. China Land Science, 2022, 36(9): 79-89.
- [4] 谷国政, 宋戈. 辽宁省耕地多功能演变及其价值响应研究 [J]. 中国土地科学, 2022, 36(12): 103-116.
Gu G Z, Song G. Study on the evolution of cultivated land multifunction and its value response in Liaoning Province[J]. China Land Science, 2022, 36(12): 103-116.
- [5] Jongeneel R A, Polman N B P, Slangen L H G. Why are Dutch farmers going multifunctional?[J]. Land Use Policy, 2008, 25(1): 81-94.
- [6] 邓祥征, 梁立, 廖晓勇, 等. 国际粮食贸易影响下东北黑土地生产压力变化与保护策略 [J]. 自然资源学报, 2022, 37(9): 2209-2217.
Deng X Z, Liang L, Liao X Y, et al. Research on changes in grain production pressure and protection strategies in the black soil region of Northeast China under the influence of international grain trade[J]. Journal of Natural Resources, 2022, 37(9): 2209-2217.
- [7] Herzon I, Helenius J. Agricultural drainage ditches, their biological importance and functioning[J]. Biological Conservation, 2008, 141(5): 1171-1183.
- [8] 张文斌, 张志斌, 董建红, 等. 多尺度视角下耕地利用功能转型及驱动力分析——以甘肃省为例 [J]. 地理科学, 2021, 41(5): 900-910.
Zhang W B, Zhang Z B, Dong J H, et al. Transformation and driving forces of cultivated land utilization function from a multi-scale perspective in Gansu Province[J]. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(5): 900-910.
- [9] 宋小青, 李心怡. 区域耕地利用功能转型的理论解释与实证 [J]. 地理学报, 2019, 74(5): 992-1010.
Song X Q, Li X Y. Theoretical explanation and case study of regional cultivated land use function transition[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(5): 992-1010.
- [10] 张玥, 代亚强, 陈媛媛, 等. 中国耕地多功能耦合协调时空演变及其驱动因素 [J]. 农业工程学报, 2023, 39(7): 244-255.
Zhang Y, Dai Y Q, Chen Y Y, et al. Spatial-temporal evolution and driving factors of cultivated land multifunctional coupling coordination development in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2023, 39(7): 244-255.
- [11] 牛海鹏, 赵晓鸣, 肖东洋, 等. 黄河流域(河南段)耕地多功能时空格局演变及其权衡协同关系 [J]. 农业工程学报, 2022, 38(23): 223-236.
Niu H P, Zhao X M, Xiao D Y, et al. Spatial-temporal pattern evolution and trade-off relationship of cultivated land multifunction in the Yellow River Basin (Henan Section)[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2022, 38(23): 223-236.
- [12] 龙花楼, 曲艺, 屠爽爽, 等. 城镇化背景下中国农区土地利用转型及其环境效应研究: 进展与展望 [J]. 地球科学进展, 2018, 33(5): 455-463.
Long H L, Qu Y, Tu S S, et al. Land use transitions under urbanization and their environmental effects in the farming areas of China: Research progress and prospect[J]. Advances in Earth Science, 2018, 33(5): 455-463.
- [13] 向敬伟, 李江风. 贫困山区耕地利用转型对农业经济增长质量的影响 [J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(1): 71-81.
Xiang J W, Li J F. Influence of cultivated land use transition on quality of agricultural economic growth in poor mountainous areas[J]. China Population, Resources and Environment, 2018, 28(1): 71-81.
- [14] 梁鑫源, 金晓斌, 孙瑞, 等. 多情景粮食安全底线约束下的中国耕地保护弹性空间 [J]. 地理学报, 2022, 77(3): 697-713.
Liang X Y, Jin X B, Sun R, et al. China's resilience-space for cultivated land protection under the restraint of multi-scenario food security bottom line[J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(3): 697-713.
- [15] 吴郁玲, 张佩, 于亿亿, 等. 粮食安全视角下中国耕地“非粮化”研究进展与展望 [J]. 中国土地科学, 2021, 35(9): 116-124.
Wu Y L, Zhang P, Yu Y Y, et al. Progress review on and prospects

- for non-grain cultivated land in China from the perspective of food security[J]. *China Land Science*, 2021, 35(9): 116-124.
- [16] 梁鑫源, 金晓斌, 孙瑞, 等. 粮食安全视角下的土地资源优化配置及其关键问题[J]. *自然资源学报*, 2021, 36(12): 3031-3053.
Liang X Y, Jin X B, Sun R, et al. Optimal allocation of land resources and its key issues from a perspective of food security[J]. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(12): 3031-3053.
- [17] 付晶莹, 郜强, 江东, 等. 黑土保护与粮食安全背景下齐齐哈尔市国土空间优化调控路径[J]. *地理学报*, 2022, 77(7): 1662-1680.
Fu J Y, Gao Q, Jiang D, et al. Optimal regulation of spatial planning in the context of black soil preservation and food security in Qiqihar[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(7): 1662-1680.
- [18] 崔宁波, 生世玉, 方袁意如. 粮食安全视角下省际耕地生态补偿的标准量化与机制构建[J]. *中国农业大学学报*, 2021, 26(11): 232-243.
Cui N B, Sheng S Y, Fang Y Y R. Standard quantification and mechanism construction of inter-provincial cultivated land ecological compensation from the perspective of food security[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2021, 26(11): 232-243.
- [19] 徐吟川. 粮食安全视角下“休耕”对农业及其关联行业的影响——基于 CGE 模型的政策模拟[J]. *系统工程*, 2018, 36(9): 111-120.
Xu Y C. The impact of fallow on agricultural and related sectors from the food security perspective: A policy simulation based on CGE model[J]. *Systems Engineering*, 2018, 36(9): 111-120.
- [20] 陈磊. 耕地利用功能转型的空间尺度特征及驱动机制——对四川省嘉陵江流域的考察[J]. *水土保持研究*, 2022, 29(5): 327-335, 342.
Chen L. Spatial scale characteristics and driving mechanism of functional transformation of cultivated land use: A survey of Jialing River Basin, Sichuan Province[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2022, 29(5): 327-335, 342.
- [21] 向敬伟, 廖晓莉, 宋小青, 等. 中国耕地多功能的区域收敛性[J]. *资源科学*, 2019, 41(11): 1959-1971.
Xiang J W, Liao X L, Song X Q, et al. Regional convergence of cultivated land multifunctions in China[J]. *Resources Science*, 2019, 41(11): 1959-1971.
- [22] 黄祖辉, 李懿芸, 毛晓红. 我国耕地“非农化”“非粮化”的现状与对策[J]. *江淮论坛*, 2022(4): 13-21.
Huang Z H, Li Y Y, Mao X H. The situation, drivers and countermeasures of “non-agricultural” and “non-grain” transformation of cultivated land in China[J]. *Jiang-Huai Tribune*, 2022(4): 13-21.
- [23] 龙玉琴, 王成, 杨庆媛, 等. 基于粮食安全与生态安全的省域耕地休耕规模测算[J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2019, 41(1): 51-59.
Long Y Q, Wang C, Yang Q Y, et al. Measurement of fallowing scale of provincial cultivated land based on food security and ecological safety[J]. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 2019, 41(1): 51-59.
- [24] 张红梅, 宋戈, 姚双双. 粮食种植结构视角下东北黑土区耕地利用结构调控研究[J]. *农业机械学报*, 2023, 54(3): 198-209.
Zhang H M, Song G, Yao S S. Regulation of cultivated land use structure in black soil region of Northeast China based on perspective of grain planting structure[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2023, 54(3): 198-209.
- [25] 田俊峰, 王彬燕, 王士君. 东北地区土地利用转型特征测度与机制探索[J]. *经济地理*, 2020, 40(9): 184-195.
Tian J F, Wang B Y, Wang S J. Land use transition in Northeast China: Features measurement and mechanism exploration[J]. *Economic Geography*, 2020, 40(9): 184-195.
- [26] 崔明明, 聂常虹. 基于指标评价体系的我国粮食安全演变研究[J]. *中国科学院院刊*, 2019, 34(8): 910-919.
Cui M M, Nie C H. Study on food security in China based on evaluation index system[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2019, 34(8): 910-919.
- [27] 胡令, 朱荣花. 我国粮食安全评价指标体系的构建与实证研究[J]. *江苏农业科学*, 2019, 47(20): 316-322.
Hu L, Zhu R H. Construction and empirical study of food safety evaluation index system[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2019, 47(20): 316-322.
- [28] 陈丽, 郝晋珉, 王峰, 等. 基于碳循环的黄淮海平原耕地固碳功能研究[J]. *资源科学*, 2016, 38(6): 1039-1053.
Chen L, Hao J M, Wang F, et al. Carbon sequestration function of cultivated land use system based on the carbon cycle for the Huang-Huai-Hai Plain[J]. *Resources Science*, 2016, 38(6): 1039-1053.
- [29] 杜国明, 郭凯, 于凤荣. 黑龙江省垦区耕地利用功能转型与调控建议[J]. *农业现代化研究*, 2021, 42(4): 589-599.
Du G M, Guo K, Yu F R. Suggestions on the transition and regulation of farmland utilization function in Heilongjiang Province[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2021, 42(4): 589-599.
- [30] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. *自然资源学报*, 2015, 30(8): 1243-1254.
Xie G D, Zhang C X, Zhang L M, et al. Improvement of the evaluation method for ecosystem service value based on per unit area[J]. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(8): 1243-1254.
- [31] 廖开妍, 杨锦秀, 曾建霞. 农业技术进步、粮食安全与农民收入——基于中国 31 个省份的面板数据分析[J]. *农村经济*, 2020(4): 60-67.
Liao K Y, Yang J X, Zeng J X. Agricultural technological progress, food security and farmers' income[J]. *Rural Economy*, 2020(4): 60-67.
- [32] 唐莹, 陈梦涵. 农业基础设施对农业经济韧性的作用机制与效应研究[J]. *农林经济管理学报*, 2023, 22(3): 292-300.
Tang Y, Chen M H. Mechanism and effect of agricultural infrastructure on agricultural economic resilience[J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2023, 22(3): 292-300.

(责任编辑:王育花)