

DOI: 10.12357/cjea.20250199

CSTR: 32371.14.cjea.20250199

段菁阳, 匡诺一, 郜亮亮. 黑土地保护的国外实践与中国镜鉴[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2025, 33(11): 2118–2127
DUAN J Y, KUANG N Y, GAO L L. International lessons in black soil conservation to guide practices in China[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2025, 33(11): 2118–2127

黑土地保护的国外实践与中国镜鉴*

段菁阳¹, 匡诺一², 郜亮亮^{3**}

(1. 北京林业大学经济管理学院 北京 100083; 2. 中国社会科学院大学应用经济学院 北京 102488; 3. 中国社会科学院农村发展研究所农业农村现代化研究中心 北京 100732)

摘要: 强化黑土地保护是实践“藏粮于地、藏粮于技”和生态环境保护战略的重要抓手,也是推动农业高质量绿色发展的必然要求。本文基于“问题提出-经验借鉴-本土创新”的逻辑主线,系统梳理国外黑土地保护实践及其对我国的启示。研究发现,国际实践通过破解三重约束形成7项关键路径:制度维度以法制政策完善、监管机制强化与地权稳定性提升为核心;技术维度聚焦保护性耕作技术推广与土壤监测系统构建;主体维度通过激励补偿、宣传教育激发农户内生动力。基于此,我国需构建“制度-技术-主体”协同保护体系:完善黑土地保护法律框架,与相关法律法规有效衔接形成合力;建立动态监管与科学评价机制;提升地产权稳定性,倡导长期租赁;因地制宜推行保护性耕作技术;建立健全黑土地质量监测网络;强化黑土地保护利用生态补偿机制;健全黑土地保护推广机制,营造保护和爱惜土壤的社会氛围。

关键词: 黑土地保护; 耕地保护; 制度实践; 国外经验

中图分类号: F311

International lessons in black soil conservation to guide practices in China*

DUAN Jingyang¹, KUANG Nuoyi², GAO Liangliang^{3**}

(1. School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. School of Applied Economics, University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China; 3. Research Center for Modernization of Agriculture and Rural Areas, Institute of Rural Development, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

Abstract: Strengthening black soil protection is an important focal point for implementing strategies for “storing grain through land, technology, and ecological environmental protection”. It is also an inevitable requirement for promoting high-quality green agricultural development. Based on the logical framework of “problem raising-experience reference-local innovation,” this paper systematically reviews the international practices in black soil protection and their implications for China. In this study, we found that international practices have addressed constraints through seven key pathways: at the institutional level, focusing on improving legal policies, strengthening regulatory mechanisms, and enhancing land tenure stability; at the technological level, concentrating on promoting conservation tillage techniques and constructing soil monitoring systems; and at the actor level, stimulating farmers’ endogenous motivation through incentive compensation and awareness education. Based on these insights, China should build a coordinated “institution-technology-actor” protection system, improve the legal framework for black soil protection and synergize it with relevant laws and regulations, establish dynamic supervision and scientific evaluation mechanisms, enhance land tenure stability and advocate long-term leasing, promote conservation tillage techniques tailored to local conditions, establish and improve the soil quality monitor-

* 国家自然科学基金重大项目(22&ZD112)和国家自然科学基金项目(19BJY134)资助

** 通信作者: 郜亮亮, 主要研究方向为农村土地制度。E-mail: gaoll@cass.org.cn

段菁阳, 主要研究方向为土地经济与农村发展。E-mail: jingyangduan@bjfu.edu.cn

收稿日期: 2025-03-18 接受日期: 2025-05-07

* This study was supported by the National Social Science Foundation of China (22&ZD112, 19BJY134).

** Corresponding author, E-mail: gaoll@cass.org.cn

Received Mar. 18, 2025; accepted May 7, 2025

<http://www.ecoagri.ac.cn>

ing network in black soil regions, strengthen ecological compensation mechanisms for black soil protection and utilization, improve the promotion mechanism for black soil protection, and foster a social atmosphere of protecting and cherishing soil.

Keywords: black soil protection; cultivated land protection; institutional practice; foreign experience

肥沃的黑土地是不可再生的珍贵土壤资源,也是我国东北地区发挥国家粮食安全“稳定器”和“压舱石”作用的重要保障^[1]。近几十年来,东北黑土地因过度开发、缺乏科学耕种知识与实践,以及单一作物种植制度等多重因素,呈现出严重的水土流失和土地退化问题^[2]。黑土层厚度每年下降 2~10 mm,耕作层有机质含量比开垦初期下降了 40% 以上^[3],这一现状不仅对我国粮食安全构成了重大威胁,同时也严重影响了农业生态平衡与可持续发展^[4-5]。

这一背景下加强黑土地保护既是贯彻“藏粮于地、藏粮于技”战略的迫切需求,也是推动农业绿色高质量发展的客观要求,对于保障国家粮食安全和加强生态文明建设具有十分重要的意义^[6]。自 2022 年 8 月 1 日起正式实施的《中华人民共和国黑土地保护法》,为我国黑土地保护指明了方向,充分彰显出我国对黑土地保护的坚定态度和决心,标志着我国黑土地保护迈入了新纪元。2025 年中央一号文件中也强调要加强东北黑土区侵蚀沟治理。然而,黑土地数量和质量的预警从未停止,黑土地保护仍然任重道远。目前学界对于黑土地保护的研究视角主要集中在以下几个方面:一是农业技术层面,包括土壤肥力改善^[7-8]、耕作技术革新^[9]和黑土地退化原因^[10-11]等的探索;二是农户微观层面保护利用行为的意愿与动力机制分析^[12-13];三是宏观层面上保护法制政策等的探究^[14-16]。尽管研究覆盖了从技术到制度的多个维度,但对于国外黑土地保护实践的分析却显得较为片面,往往局限于单一国家或做法,鲜有通过梳理、归纳与分析国外主要黑土地分布国家的相对成熟的保护措施从而对我国东北黑土地保护利用提供借鉴的成果。

国外黑土地开发较早,持续的农业扩张也使他们更早遭遇了黑土地退化的问题。这些国家在黑土地保护修复的过程中既形成了可借鉴的共性经验,也有可吸取的特别教训。对不同国家的政策及措施进行提炼、总结与对比,形成可供参考的一般性经验,在理论上可以弥补现有研究的不足,明晰国外黑土地保护政策措施;在实践上对于优化我国黑土地保护策略、实现黑土地保护目标至关重要。因此,本文对黑土地主要分布国家的保护经验的共同要点及特征进行梳理总结,为我国不断优化黑土地保护

发展路径,巩固提升粮食综合生产能力和保障土地资源安全,实现以生态文明为导向的农业绿色发展目标提供启示与参考。

1 国际视野下的黑土地保护:策略比照与实践洞察

世界上主要有 4 大块黑土区,分别位于东欧的乌克兰平原、北美的密西西比平原、中国的东北平原和南美洲阿根廷连至乌拉圭的潘帕斯草原,这些地区被认定为全球重要的玉米 (*Zea mays*)、大豆 (*Glycine max*)、水稻 (*Oryza sativa*)、小麦 (*Triticum aestivum*) 等作物生产核心区域,肩负着保障全球粮食供应安全的重要使命,所涉及的国家除我国外主要包括美国、乌克兰、俄罗斯、阿根廷和加拿大,多年的不可持续开垦导致这些区域都面临黑土地退化问题^[17-19]。为了保护黑土资源,这些国家投入了大量时间与精力,其保护政策既有相似性又存在着差异,历经几十年的综合治理已经取得一定成效,能够为我国黑土地保护提供科学借鉴。本文以横向国别比较视角辅以纵向历史演进视角,从破解制度约束层面所实施的法律政策、后续监管与稳定地权;技术约束层面的保护性耕作技术、土壤监测信息系统;主体约束层面的激励补偿、宣传教育这 3 个维度共 7 种做法归纳总结这些国家相关经验措施,为我国耕地,特别是黑土地的保护与利用提供借鉴参考。

1.1 夯实黑土地保护的顶层设计:法制建设与政策协同

为黑土地保护纾困解难的首要前提是政府落实行之有效的政策措施与构建体系完整、内容丰富的法律制度,奠定黑土地保护利用的制度基础。对黑土地实施保护措施是对以往粗放式发展惯性的强力扭转,推动难度较大,相关行为主体在初期缺乏内生动力,且天然具有投机性和搭便车动机,只有通过制度约束才能解决外部性问题。国外经验来看,这些国家很早就将土壤保护、土地利用等措施通过强有力的法律法规或政策制度确立下来,并且对于破坏和污染土壤的行为予以较重处罚,土地质量得到了显著改善。

从黑土地保护立法历程来看,皆源于过度开发、不合理利用再加上恶劣气候所引发的黑土地退化和

“黑风暴”自然灾害,从而引起制度层面的关注。美国是最早颁布土地保护法律的国家,在 20 世纪遭受“黑风暴”自然灾害之后,美国国会于 1935 年 4 月颁布了第一部土壤防治法律《土壤保护法》(Soil Conservation Act),为成功扭转土地退化奠定了法律基础^[20-21],之后不断出台新的土壤保护法律以适应环境变化,并且在原有的基础上进行修改,保持政策的连续性。早在苏联时期,因缺乏耕作经验和不合理利用,导致对黑土地过度开发,从而引发土壤变薄、沙漠化。为保持农田土壤肥力,苏联中央当局召开一系列部长会议制定法律规则,规定了国有农场和集体农场关于土地保护的具体措施。在苏联解体后,俄罗斯于 2001 年颁布《俄罗斯联邦土地法典》(Land Code of The Russian Federation)加强土地保护^[22-23]。乌克兰议会于 2001 年 10 月通过《乌克兰土地法典》(Land Code of Ukraine)强调土地保护的重要性,在此基础上 2003 年又通过了《土地保护法》(On Land Protection)和《国家对土地使用和保护控制法》(On State Control over the Use and Protection of Land)^[24]。阿根廷早在 16 世纪遭受了欧洲列强的殖民,人口数量的增加和农业大开发、牧场快速发展等人为因素加剧了黑土区的土壤侵蚀和退化。阿根廷于 1996 年批准了《联合国防治荒漠化公约》(United Nations Convention to Combat Desertification, UNCCD),环境与可持续发展部制定了“国家行动计划”(National Action Plan, NAP)以协调可持续土地管理项目和计划^[25]。

在具体内容层面,各国所实施的耕地保护法律措施对土地使用加以管理和控制,包括规定农地用途规模、划定农地森林保护区、设置土地储备项目、提供保护援助和对破坏行为施加处罚等。如美国 1981 年通过《农田政策保护法》(Farmland Protection Policy Act),各级政府和相关部门在制定城市规划时,有义务保留足够数量的高质量耕地、牧地和林地,不得随意占用^[26]。俄罗斯在《俄罗斯联邦土地法典》中将俄罗斯土地按用途分为农业用地、居民用地、专业用途用地、特别保护区及其客体用地、森林资源用地、水资源用地和储备土地 7 个等级,并对每一类土地的利用和保护都做了详细规定。《乌克兰土地法典》和《土地保护法》规定国家对农业用地实行控制与合理利用,将毁坏农田等造成严重后果的行为明确规定为刑事犯罪行为^[27]。《国家对土地使用和保护控制法》在立法层面规定了为土地和土壤保护提供法律支持的政府机构职责划分^[24]。也有国家将补贴纳入黑土地保护法律体系当

中,美国在《农村发展法》(Consolidated Farm and Rural Development Act)、《耕地保护政策法》(Farmland Protection Policy Act)和《食品安全法》(Food Security Act)中将农业补贴与保护性耕作相关联,只有符合保护性耕作要求的农户才能享受税收、财政等补贴^[20-21,28]。

各国家的立法和实施主体也各有不同,一般由最高立法机构制定,涉农、环境部门予以落实,可以避免政出多门和政策碎片化问题,各项措施协调统一,形成集中、有效的保护合力。美国土地保护法律由国会颁发,在地方层面,许多州在联邦法案的基础上,根据本地区发展实际情况进行调整。如 1938 年美国加利福尼亚州通过了《联邦标准土壤保护法》(Federal Standard Soil Conservation Act)的修订版,通过成立资源保护委员会和资源保护司设置了土壤保护区,并提出土壤保护倡议^[29]。乌克兰由中央行政权力机构实施土地领域的国家政策,国家生态监察机构和国家地籍机构作为政府部门,有效监督和管理土地资源合理利用,有权对土地违法行为实施行政处罚^[30]。

1.2 填补黑土地保护的监管缺口: 后续审查与效益评价

作为一项综合性工程,黑土地保护的成效受到多方面因素的影响。其成功不仅依赖于严谨合理的前端政策设计,还需要健全后端监督管理机制。在相关政策法规的约束下,缺乏有效的反馈监管机制会导致政策流于形式,一些地方政府和各级机构对土地保护产生选择性执行、消极性执行等非完全执行现象。此外建立及时的反馈机制能够有效评估实施措施或技术的适用性,并迅速纠正问题,提高保护效率,最大程度地弥补不适宜保护措施所带来的损失。

国外通过效益评价系统保障黑土地保护项目实施。美国农业部借助土壤数据库、地形图、土地分布图等信息,建立了环境效益指数 (Environmental Benefits Index, EBI),以评估每块土地的环境效益^[31]。通过环境效益指数和其他相关规定,对申请休耕的地块进行评估,结合评估结果与市场租金信息制定不同地块的补偿标准。加拿大重视土壤健康情况监测,跟踪土壤有机质变化、侵蚀风险和土壤覆盖的改善情况,确保土壤有机质含量始终在正常的范围内。与相关机构合作制定土壤有机质衡量标准,测度保护性政策推行的成效^[32]。

此外,政府对保护执行情况予以监管,对未达到保护合同规定的实施处罚。美国农地休耕由农户自行提出,农业部会对休耕申请进行资格审查,并与农

场主签订休耕协议。根据协议,农场主需要遵守休耕规定,否则将被要求返还已经获得的休耕补贴,并可能失去下一年的申请资格。加拿大建立了针对污染土地评估和修复的具体监管制度,授权相关监管机构执行,各司法管辖区对不遵守调查和补救令的行为实施处罚。

1.3 激发黑土地保护的长期投入: 稳定地权与长期租赁

地权稳定性也是决定农户是否采取耕地保护性措施的重要制度约束。因为耕地保护投资收益要在若干年后才能收回,并非可以短期见效的投资,若土地产权不稳定意味着农户要面临生产随时中断的风险,难以带走附着在土地上的中长期投资,造成其投资成本难以得到补偿^[33]。根据舒尔茨“理性小农”理论,农户的资源分配和投入是经过谨慎权衡成本、收益以及潜在风险后的理性选择。那么稳定的产权可以给予农户土地安全感,降低农地经营权被随意剥夺的风险,从而确保农户采取保护性实践措施的收益期和收益规模^[34]。根据这一逻辑,激发农户的长期黑土地保护行为关键在于强化地权的稳定性。

在国外实践中,美国对长期土地租赁提供经济支持;加拿大对农户土地长期投资予以补偿,鼓励长期签约并优先转租给直系后代。具体来看,美国农业部实施过渡激励计划为签订 5 年或以上的土地租赁合同(或土地出售)的农民和牧场主提供经济激励,通过对退休农民免去两年租金来鼓励退休农民和刚入职农民之间的土地销售或长期租赁协议^[35]。加拿

大萨斯喀彻温省政府机构开展土地银行计划,旨在提供长期租赁服务。委员会向承租人补偿在使用期间进行的改进资本投入,为做出长期投资决策提供必要的保障。租约长期有效,直至承租人年满 65 岁或去世,且规定租赁权可以优先转给后代,保障土地资本投入的连续性^[36]。

土地的短期持有也在实践中暴露出激励不足的问题。20 世纪 90 年代,乌克兰租赁市场上充斥着大量短期合同,承租人在租赁期限内耗尽土壤肥力实现个人收益最大化,从而导致此类租赁土地肥力大幅下降^[22]。

1.4 破除黑土地保护的技术屏障: 推行保护性耕作措施

黑土地保护需要破解具体操作层面的技术约束,遵循科学合理的耕作保护方式以提升黑土地保护的效率,防止因过度耕作和不合理耕作方式造成的黑土肥力退化,减少化肥农药过量和不合理施用造成的土壤生态平衡的破坏。因此各个国家地区都在不断探索改进耕作方法和技术,实施保护性耕作。保护性耕作以休耕轮作、农作物秸秆覆盖还田、免(少)耕播种为主要内容,此外加强黑土地关键修复技术研发,提高农业机械化水平也是保护性耕作的关键。这种现代化耕作保护体系将土壤利用与保护有机结合,可以维持和改善土壤质量,增加农地的生产潜力。保护性耕作制度已经在各个国家展开,针对不同国情和农业生态特征因地制宜实行保护措施,目前黑土地保护性耕作措施主要包括 4 种(表 1)。

表 1 各国黑土地保护性耕作实践措施比较
Table 1 Comparison of conservation tillage practices for black soil in different countries

国家	休耕和轮作 Fallow and crop rotation	免耕和秸秆还田 No-till and straw returning	农林牧一体化 Integration of agriculture, forestry, and animal husbandry	改进农业机械化技术 Improvement of agricultural mechanization technology
美国 The United States of America	鼓励休耕、退耕还林,根据农产品供需变化调整休耕规模 Encourage fallow and farmland-to-forest conversion; adjust fallow scale based on changes in agricultural product supply and demand	免耕实施较早且技术领先,培育适宜秸秆还田的玉米品种 Pioneer in no-till with advanced technology, develop corn varieties suitable for straw returning		
乌克兰 Ukraine	秸秆还田,草田轮作制 Straw returning, grass-crop rotation system	小麦秸秆还田,保留根茬、套行耕作、在地缘种植高秆作物 Return wheat straw, retain root stubble and adopt inter-row tillage, plant tall-stalk crops in marginal areas	草田轮作制,农田防护林 Grass-crop rotation system, farmland shelterbelts	土壤机械化深松技术 Mechanical subsoiling technology
俄罗斯 Russia	休耕 Fallow	秸秆覆盖和留茬 Straw mulching and stubble retention	田间防风林 Field shelterbelts	
阿根廷 Argentina	休耕期间残留物覆盖,轮作 Residue coverage during fallow, crop rotation	大力普及直播免耕技术 Widely promote direct seeding no-till technology		减少机械轴重,实现浅层压实 Reduce machinery axle load to minimize shallow soil compaction
加拿大 Canada	夏季休耕,多种谷物轮作 Summer fallow, multi-cereal rotation	少耕免耕,提供高密度和全年覆盖的作物 Adopt reduced tillage and no-till, cultivate high-density crops with year-round coverage	制造防风带,草地水道 Build windbreaks, establish grassland waterways	建造大型喷灌系统 Build large-scale sprinkler irrigation systems

<http://www.ecoagri.ac.cn>

一是给予黑土“休息”时间,即休耕和轮作。美国实施土地休养保护计划,对土壤极易侵蚀和生态脆弱地区进行休耕,鼓励退耕还林等长期性保护行为。根据农产品供需变化调整休耕规模,上限不得超过总面积的 25%^[37]。俄罗斯对黑土地的形成演化、生态变化、保护措施等开展了系统对比研究,也将休耕作为一种重要的保护方式^[38]。阿根廷通过休耕期残留物覆盖,提升土壤水分保持能力,减少地表径流。此外不掠夺使用土壤资源,采用轮作方式,最大限度地提高了作物产量和经济效益的稳定性^[39]。加拿大采取夏季休耕和多种谷物轮作模式,有效增加了土壤有机质,改善了土壤结构^[40]。

二是给黑土补充养分,即免耕和秸秆还田。美国是世界上免耕技术最普及、实行免耕面积最大的国家,早在 20 世纪 40 年代后期就已报道了美国的首次免耕试验且一直处于世界领先地位^[41]。美国在玉米育种上倾向于培育籽粒重、秸秆细的品种,便于秸秆腐化,还根据当地积温科学选择玉米品种,也有利于秸秆还田^[42]。俄罗斯采用秸秆覆盖和留茬不仅可以积雪,还可以减少风蚀和水蚀,限制土壤表面的蒸发。乌克兰大平原黑土区将小麦秸秆还田保持土壤肥力,还根据当地农业结构和土壤性状,实施保留根茬、套行耕作、在地缘种植高秆作物作围篱等保护措施^[43]。阿根廷大力推广直播免耕技术,改变了常规农业模式,大幅减缓了水土流失。阿根廷拥有近 2 000 万 hm^2 的免耕土地,是采用免耕技术最成功的国家之一^[25]。加拿大采用少耕免耕来解决肥力丧失、土壤结构退化、有机质流失等问题,提供高密度和全年覆盖的作物,减少土壤结构的破坏,控制土壤侵蚀。

三是农林牧一体化保护措施。俄罗斯采取田间防风林的形式开展植树造林活动,将大气中的碳封存到树木和防风林生态系统土壤的有机质中,既增加了碳储存、改善了养分循环和恢复土壤肥力,又保护了黑土免受水和风侵蚀^[44]。在乌克兰苏维埃社会主义共和国时期,乌克兰就采用苏联土壤学家威廉斯创立的草田轮作制,坚持大田作物和禾本科或豆科牧草轮作,并建造农田防护林,实施农林牧三位一体的保护性耕作制度^[27]。加拿大在风蚀区域种植成排的树木或灌木,以制造防风带降低风速。并且在径流水聚集的区域播种以形成草地水道,有助于减少水土流失^[45]。

四是改进农业机械化技术。乌克兰继承了苏联部分工业,具备良好的工业基础,通过土壤机械化深

松技术,显著提升了农业保护性耕作的成效。阿根廷通过使用较少的轮胎充气量或使用履带而不是轮胎来减少机械的轴重,从而实现浅层压实,减少土壤的压力并增加水肥根部渗透,以此来保护土壤。加拿大为了应对常年遭受水蚀问题建造了大型喷灌系统,以缓解土壤水分缺失,并使用该系统喷洒液体农药,提高水肥利用率^[46]。

1.5 解决黑土地保护的信息匮乏:数据监测与信息共享

农田系统的动态性和不确定性决定了黑土地质量和生态状态难以固化,黑土地保护中如果农地相关信息不充分或不准确可能导致农户和政府无法采取针对性措施来保护和管理黑土地,这种信息不对称问题可能导致市场失效和资源浪费。因此为精准把脉黑土地质量现状、完善黑土地保护的全面评估,需要在技术层面构建黑土地监测数据系统,提供预警和生态系统调控依据。国外主要由政府构建土壤信息监测系统,通过信息共享为各主体利用提供便利。

美国建立了涵盖广泛的土壤信息数据库,为科学立法提供支撑。具体而言,自然资源保护局扩大全美农业土壤生态网点观测,与国家公园管理局合作编制国家土壤清单。此外,白宫科技政策办公室联合联邦机构及私营部门,共同开展土壤侵蚀速率的研究监测。乌克兰建立土壤监测点,每 5 年监测一次土壤肥力指标,即主要养分(氮、磷和钾)含量、盐度、酸度和污染。根据监测结果制作土壤肥力图并成立土壤档案,由地方土壤肥力保护中心根据土壤监测结果向农业生产者提供土壤信息、建议肥料的施用和土地改良方案。乌克兰土壤监测在农场负责的是农艺师,在各州由农业生产厅负责,架构清晰^[22]。阿根廷建立了国家农业土壤观测站,由不同机构的代表专家组成,其目标是监测和评估土地退化和改善情况,以帮助制定相关政策^[25]。加拿大开发了土壤信息系统来储存土壤数据,确定了标准化数据收集、记录、存储和维护的最佳方案,完成现代化土壤资源清查和制图。开发利用遥感收集土壤信息并与统计局合作进行深入分析,跟踪土壤有机质变化以协助管理决策。政府允许利益相关方访问土壤数据库,实现了数据共享^[32]。

1.6 调动黑土地保护的主观能动性:利益协调与激励补偿

黑土地保护需要克服农户行为主体约束,激发农户保护的主观能动性,仅仅依赖制度的约束与技术的普及只能迫使农户被动融入。受短期利益驱动

农民更注重产量效益而忽视保护性耕作带来的长期收益,而且农户个体利益和国家集体利益存在不一致,特别是在农户经营规模很小的时候。因此需要构建补偿激励机制来弥补农户在实施保护性耕作中所产生的“外部性”以及农地发展权,提高主体参与保护的积极性。土地保护作为一项公共项目,其消费的非竞争性和受益的排他性决定了实施主体应是政府,但并不意味着排除市场参与,反而引入市场机制可以提升效率,减轻政府负担。国外也普遍根据不同的市场条件、财政状况和资源禀赋,构建差异化和精准化的激励补偿体系,弥补农户参与保护性耕作所产生的生产损失。

美国的激励补偿制度渗透在不断完善土地保护法律之中,呈现出自上而下控制与自下而上资源申请相结合的特点,运作中充分利用市场机制,不断优化调整,形成了体系完整、切实可行的激励补偿体系。1985年颁布的《食品安全法案》引入了“休耕保护储备计划”(Conservation Reserve Program, CRP),强调在容易受到侵蚀或有其他生态敏感问题的农业用地上实行长期的休耕^[47-48]。农民可以主动向政府提交休耕申请,提供休耕土地类型、面积、预期补贴水平以及休耕计划的详细信息,由农业部进行审核后按照面积和双方协商统一的年土地租金标准给予补贴,只要不超过补偿的最高标准就可以获得审批。此外对农民在休耕地上实施退耕还林、还草等植被保护措施给予不超过50%的成本补贴。美国政府为鼓励长期休耕,对继续签约的休耕合同可以获得正常补贴之外不超过年租金20%的其他经济资助^[49]。

美国对补偿激励机制也进行不断革新,充分发挥市场机制,减轻政府压力。1990年美国农业法案将休耕保护储备计划(CRP)的补偿标准从固定方式转为“保护拍卖”的方式,这一改变引入了市场竞标机制。政府根据市场价格和土地条件确定土地租金补贴参考值,农民可以根据休耕的机会成本提出最低补偿金额并参与投标。政府将根据单位美元支出获得最大环境效益的评级结果对农地进行排序,确保最大程度减少过度补偿,同时最有效地分配资源^[50]。

加拿大为弥补保护性耕作的农户损失,直接承担农户投入土壤最佳管理实践的成本,将土壤健康的效益和生态服务的经济价值进行量化,对量化后的价值予以财政援助。安大略省永久植被计划允许农民竞标,以获得最高1万加元的援助,用于农户退耕脆弱的耕地并覆盖永久植被的保护性行为^[32]。为提升农场主轮作意识和积极性,阿根廷采用作物减

税方式激励保护性耕作。在玉米-大豆轮作后,销售玉米时以减税形式给予补贴。

1.7 培育黑土地保护的理念意识:宣传教育与培训示范

黑土地保护效率的提升离不开保护技术研发创新,而技术是否能够有效落实转化为现实农业生产则需要科技成果的推广应用,即微观主体应用现代技术来保护土地。完善激励补偿制度在物质上突破了农民利益选择困境,但是在主体意识层面浓厚的经验主义使农户对秸秆还田等保护性技术持怀疑态度,囿于本身文化素质限制,环境保护意识较为缺乏,面对政府管理所强调的服从和政策落实,农民往往选择被动参与^[51]。通过加强宣传、培训和技术示范普及,可以解决农户耕地保护意识淡薄、责任虚化和技术推广受阻等问题,改善因农户被动参与造成的黑土地保护实际效果与预期不符的困境。因此各国普遍在提升农户乃至社会的黑土地保护意识上发力,突破土地保护的主体认知约束。

各国在具体实施中有不同的侧重方式,部分国家出版相关资料,普及土壤保护相关知识。如美国通过利用大学、农业推广机构以及公益性组织的优质资源出版相关书籍,比如华盛顿州立大学出版的《太平洋西北地区保护性耕作手册》(*Pacific Northwest Conservation Farming Handbook*)、爱荷华州立大学出版的《保护性耕作系统及其经营管理》(*Conservation Tillage Systems and Management*)、保护性技术信息中心出版的《保护性耕作:为美国农场主提供的技术清单》(*Conservation Tillage: A Checklist for U.S. Farmers*)等,普及保护性耕作的法律规定、技术操作、经济补贴及重要意义。

成立并利用专业机构、协会进行宣传的方式也被一些国家采用。美国免耕播种协会利用对实施保护性耕作农场的实地调查数据,向农户传达保护土地和农业环境的重要性。此外,组织农民实地参观示范农场,以展示保护性耕作的实际效益,并提供技术培训,帮助农民掌握免耕播种等先进农业技术^[52]。阿根廷国家科学技术委员会和阿根廷国家农业技术研究所开展针对黑土地和农业生态区的研究活动、技术创新以及推广服务,允许私营部门参与提供研究推广服务和对农民进行直接援助。加拿大政府为农民创建了相关在线资源中心,为农民提供最新的农业知识、研究成果、应用程序等,通过讲习班、短期课程、培训等活动提高农民对土壤保护的认知程度和保护性耕作水平。建立、资助和支持不同需

求的农民学习小组,为生产者提供一对一土壤健康援助。

也有国家通过教育手段,将土壤保护纳入学生课程中。加拿大在中小学教育中,增加相关土壤基础知识的普及。在大学教育中,探索将土壤科学和相关技能纳入课程内容,为学生创造更多的农场体验机会,促进农民和学生之间更广泛的双向交流^[32]。

2 中国黑土地保护行动路径:国际经验的本土化实践与创新

国际经验表明,黑土地保护需突破制度约束、技术壁垒与主体激励不足三重困境,形成系统性的治理框架。我国黑土地保护既面临质量退化加速、人地矛盾突出等现实挑战,又需在粮食安全战略与生态文明建设间寻求平衡。现阶段亟须立足“大国小农”基本农情构建“制度-技术-主体”协同保护体系,最终形成兼具国际经验共性特征与中国实践特色的黑土地保护范式。

2.1 完善系统长效的黑土地保护法律,与相关法律法规有效衔接形成合力

从国外经验来看,相对成功的保护法律制度都呈现一以贯之的特点,在原有的基础上不断优化革新。黑土地保护见效周期长,因此政策的连贯性有助于提升土壤保护成效。我国黑土地法治建设起步较晚,更需要严格的约束来解决黑土地质量下降、数量骤减问题。应确保法律制度执行的连贯性,避免朝令夕改造成的制度混乱、效率低下,保护成效不佳。还需建立动态优化机制,既保持政策稳定性又适时对接实际需求。

相较于国外分散式的立法模式,我国现已形成了专门的《中华人民共和国黑土地保护法》,也彰显出我国保护黑土地的决心与力度。但我国黑土地保护面临着耕地数量、质量和生态“三位一体”三重保护的巨大压力,需要系统规范的法律体系支撑。应与其他相关法律法规,如《中华人民共和国刑法》《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国草原法》等中涉及黑土地保护的条款相衔接,例如明确黑土地与生态保护红线重叠区的保护优先级等,形成法律保护合力。在具体实践中应强化地方立法协同,支持黑土区省份制定特色化保护条例,构建中央与地方配套的法律体系。同时借鉴国际经验,通过明确政府主体责任、强化执法技术手段、建立耕地使用者义务清单等举措,切实提升黑土地保护成效,实现政策优势向治理效能的持续转化。

2.2 构建黑土地保护监管与评价机制,确保政策执行成果有效显现

构建衡量保护效果的后期管理机制能够识别黑土地保护措施的成效,也能为政策的及时调整提供依据。因此我国应建立健全保护效益评价体系,借鉴美国的环境效益指数(EBI)、加拿大的土壤健康监测体系,制定一套科学的效益评价系统。基于质量评价结果和市场租金信息,动态调整黑土地保护的补偿标准,既激励农民积极参与保护活动,又确保财政资金的合理使用。建立更加合理的国家级土壤修复标准,提前谋划和部署土壤健康管理,构建符合中国国情的土壤健康评价体系,这也是抢占国际话语权,提升国际形象的战略选择。强化监管与处罚机制,加强对黑土地保护政策执行情况的监管,对于违反保护规定或履行不到位的行为,应有明确的处罚措施,包括要求返还补贴、取消未来补贴和优惠政策申请资格等,以此提高政策执行力和威慑力。

2.3 提升地权稳定性鼓励长期租赁,为农户土地投资提供保障

稳定的土地产权通过收入效应、转让效应与抵押效应激发农业主体的保护性耕作行为。为推进农地长期流转,我国需构建集政策引导与经济激励于一体的制度体系:其一,深化土地产权制度改革,延长土地承包期限,通过土地稳定性抑制农户短期行为,引导黑土地保护性投资;其二,建立土地流转“激励+约束”双重机制,借鉴美国的过渡激励计划和加拿大萨斯喀彻温省的土地银行计划,对签订长期流转协议的经营主体实施阶梯式补贴及税收优惠等,同步设定最低流转期限限制,遏制掠夺性开发;其三,扶持规模化经营,针对连片经营超过一定面积且采用保护性耕作技术的农业主体,按面积梯度提高补助比例,破解家庭联产承包制下的地块碎片化困境。通过产权稳定性保障、流转契约长期化与经营规模效益的叠加作用,系统性提升黑土地保护性投资力度。

2.4 因地制宜推行保护性耕作技术,统筹粮食安全与生态可持续发展

保护性耕作制度已经在多个国家展开,可有效减少农田土壤侵蚀、保护农田生态环境。然而上述黑土地分布国家的人地矛盾远远小于我国,农业高度机械化,农业政策回旋余地大,保护性耕作以改善农业生态为目标。黑土地作为我国高等级耕地之一,承担着保障粮食安全的战略任务,保护路径必须兼顾耕地质量提升与粮食产能稳定。在保护性技术选择上,应建立用养结合、分区施策的差异化机制:对

于粮食主产区,推广“秸秆还田+轮作休耕”的轻量化保护模式,既避免长期休耕对产量的影响,又可促进地力恢复。在生态脆弱区重点实施农林一体化的复合技术。同步开发适应小农户的简易保护性耕作农具,应对小农户地块分散的技术推广难题。此外,深化本土化技术创新,目前我国已经形成以秸秆覆盖、少耕免耕为主要手段的“梨树模式”,应在“梨树模式”的基础上针对不同积温带和耕作条件开发可复制的技术集成模板,建立“政府引导+科研支撑+合作社落地”的技术推广体系。建立国家黑土地保护技术数据库和区域适用性标准指南,实现技术方案与资源禀赋的精准匹配,最终形成以粮食产能稳定为前提、生态功能改善为核心、技术经济可行性为支撑的中国式黑土地保护性耕作技术路径。

2.5 建立健全黑土地质量监测网络,掌握黑土地质量动态变化

为做好黑土地质量监测工作,各个国家分别构建土壤信息监测系统,为黑土地保护搭建可视化平台。开发了涵盖广泛信息的土壤数据库、建立土壤监测点,根据监测结果成立土壤档案,以帮助制定土壤治理的方案。并利用遥感收集土壤信息进行分析,允许利益相关方访问土壤样本数据,实现数据共享。对我国而言要完善数据采集体系,整合卫星遥感、无人机航拍和地面传感器技术,对黑土区耕作层厚度、有机质含量等关键指标实施动态监测,优先在退化严重区域加密布设监测点。构建信息共享平台,依托大数据技术建立国家级黑土地质量数据库,集成土壤类型、污染状况、生态风险等多元数据,实现农业农村、自然资源、生态环境等部门数据互联互通,为科学决策提供可视化分析工具。强化长期跟踪机制,建立黑土地质量档案制度,对每块耕地实施“一田一档”管理,定期更新土壤健康指标数据,结合历史记录分析退化趋势,精准识别高风险区域从而及时采取措施。

2.6 强化生态补偿机制,激发农户黑土地保护内生动力

各国在黑土地保护中构建了差异化的补偿机制。例如美国在休耕计划框架下推出休耕保护储备计划(CRP),将激励补偿机制纳入土壤保护法律体系,并创新采用“保护拍卖”方式,通过市场机制优化资源配置。加拿大采取资金直接补偿,阿根廷利用作物减税方式激励保护性耕作,提高农户保护性耕作的积极性。目前在我国地方层面的土地保护补偿激励实践中存在资金使用方式受限、补偿对象错配、补偿

方式直接单一、力度较小等问题,无法满足农户的利益诉求。因此需要学习国外的生态保护激励补偿制度,优化政策规制的顶层设计,根据地方需求不断健全补偿方案和奖惩制度。在实际的补偿过程中注重资金使用的灵活性,给予地方政府一定灵活使用空间并辅助监督。根据耕地保护质量确定补偿标准,进一步细化受偿对象,将普惠性补贴调整为针对性补贴,增加相关利益主体的微观动力和积极性,做到“谁保护谁受益”。建立“预付补偿+增值分成”双向激励机制,允许承租方预先申领一定份额的土壤改良成本,待流转期满时若土壤质量等级提升,可获取剩下的补偿和土地增值收益分成。加强基金补偿和市场补偿方式,容纳更多的市场力量参与其中,兼顾盈利和可持续性。

2.7 健全黑土地保护推广机制,营造保护和爱惜土壤的社会氛围

加强黑土地保护的战略地位和重要意义的宣传,对于引导全社会树立生态环保理念、提升农户黑土地保护自觉性意义重大。开展先进保护技术的推广和使用,也可以提升农户对保护性耕作技术认知程度和采纳意愿。发达国家通过农业协会等机构,组织并实施有关保护性耕作的培训计划。通过出版书籍和宣传手册普及保护性耕作的法律规定、经济补贴及重要意义,提升农民参与保护性耕作的意识和能力。我国的宣传工作主要由政府通过自上而下的行政管理方式进行,对于农户的积极性调动力度有限,容易产生“上热下冷”的局面。因此要整合传统媒体与新媒体资源,打造“政策解读+技术科普+案例示范”立体传播矩阵,通过短视频平台推出通俗易懂的保护性耕作技术教程,利用电视专栏深度解析黑土地退化风险,提升公众认知。技术推广上,建立“科研机构+农技部门+典型示范农户”三级联动机制,在东北黑土区打造覆盖不同耕作模式的示范基地,通过田间观摩、对比试验直观展现保护性耕作的增产增收效果,降低农户技术采纳门槛。教育体系方面,将黑土地保护知识纳入地方中小学课程,设计“土壤健康实验室”等实践模块,开展新型职业农民培训,强化技术应用的规范性和持续性。建立健全政府主导、多元主体参与的黑土地保护性耕作技术推广体系。

参考文献 References

- [1] 宋冬林,谢文帅.东北黑土地保护利用的政治经济学解析——基于梨树模式[J].政治经济学评论,2021,12(1):47-62
SONG D L, XIE W S. A political economic analysis of the

- protection and utilization of the black land in Northeast China: Based on the Pear Tree Model[J]. *China Review of Political Economy*, 2021, 12(1): 47–62
- [2] TANG Z P, SONG W M, ZOU J L. Farmland protection and fertilization intensity: Empirical evidence from preservation policy of Heilongjiang's black soil[J]. *Journal of Environmental Management*, 2024, 356: 120629
- [3] 李保国, 刘忠, 黄峰, 等. 巩固黑土地粮仓 保障国家粮食安全[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(10): 1184–1193
LI B G, LIU Z, HUANG F, et al. Ensuring national food security by strengthening high-productivity black soil granary in Northeast China[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2021, 36(10): 1184–1193
- [4] 崔宁波, 王婷, 巴雪真, 等. 东北黑土区耕地生态承载力动态评价及预测分析[J]. *农业经济与管理*, 2023(3): 37–47, 129
CUI N B, WANG T, BA X Z, et al. Dynamic evaluation and prediction analysis of cultivated land ecological carrying capacity in black soil region of Northeast China[J]. *Agricultural Economics and Management*, 2023(3): 37–47, 129
- [5] 邵亮亮, 董鹏飞. 持续增强粮食等重要农产品供给保障能力[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 2025, 42(2): 5–20
GAO L L, DONG P F. Continuously enhance the ability to guarantee the supply of food and other important agricultural products[J]. *Journal of China Agricultural University (Social Sciences)*, 2025, 42(2): 5–20
- [6] 韩长赋. 加强东北黑土地保护 推进农业绿色发展[N]. 人民日报, 2018-02-05(7)
HAN C F. Strengthen the protection of black soil in Northeast China and promote green agricultural development[N]. *People's Daily*, 2018-02-05(7)
- [7] FU H M, DUAN Y H, ZHU P, et al. Potential N mineralization and availability to maize in black soils in response to soil fertility improvement in Northeast China[J]. *Journal of Soils and Sediments*, 2021, 21(2): 905–913
- [8] XU X Z, XU Y, CHEN S C, et al. Soil loss and conservation in the black soil region of Northeast China: A retrospective study[J]. *Environmental Science & Policy*, 2010, 13(8): 793–800
- [9] 廖晓勇, 姚启星, 万小铭, 等. 黑土粮仓全域定制模式的理论基础与技术路径[J]. *地理学报*, 2022, 77(7): 1634–1649
LIAO X Y, YAO Q X, WAN X M, et al. Theoretical basis and technical path of the regional all-for-one customization model of black soil granary[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(7): 1634–1649
- [10] 林艺, 李和平, 肖波. 东北黑土区农田土壤风蚀的影响因素及其数量关系[J]. 水土保持学报, 2017, 31(4): 44–50
LIN Y, LI H P, XIAO B. Influencing factors of wind erosion and their quantitative relationships with erosion rate in black soil area of Northeast China[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2017, 31(4): 44–50
- [11] ZHAO C, LI Y L, HUANG W, et al. Soil nutrient changes in black soil of northeastern China under long-term cultivation with different fertilizer applications and tillage patterns: A meta-analysis[J]. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2025, 56(6): 894–910
- [12] 牛善栋, 吕晓, 谷国政. 感知利益对农户黑土地保护行为决策的影响研究——以“梨树模式”为例[J]. 中国土地科学, 2021, 35(9): 44–53
NIU S D, LYU X, GU G Z. Research on the impact of perceived benefits on farmers' behavior decision-making of black soil protection: A typical sample of “Lishu pattern”[J]. *China Land Science*, 2021, 35(9): 44–53
- [13] 张美琪, 刘帅, 郭庆海. 政府激励、感知价值对农户黑土地保护意愿与行为影响的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2023, 37(12): 49–58
ZHANG M Q, LIU S, GUO Q H. Impact of government's incentives and perceived value on farmers' willingness and behavior to protect black land[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2023, 37(12): 49–58
- [14] 王超, 王守臣. 黑土地保护法治化研究——以吉林省黑土地保护实践为例[J]. 农业经济问题, 2018, 39(10): 38–45
WANG C, WANG S C. Black-soil land protection legalization: A case study based on the protection practices of Jinlin Province[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2018, 39(10): 38–45
- [15] 何宏莲, 安洋, 刘尊梅. “三位一体”黑土地法律保护的应然逻辑与实现路径[J]. 资源科学, 2023, 45(5): 913–925
HE H L, AN Y, LIU Z M. Normative logic and implementation of the “three aspects in one” legal protection of the black soil land[J]. *Resources Science*, 2023, 45(5): 913–925
- [16] 杜国明, 姚鑫, 臧雷振. 东北黑土区耕作制度演变及其影响因素[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2025, 33(4): 646–655
DU G M, YAO X, ZANG L Z. Evolution of farming system and its influencing factors in the black soil region of Northeast China[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2025, 33(4): 646–655
- [17] 魏丹, 李世润, 辛洪生, 等. 南美黑土保护措施解析与中国黑土可持续利用路径[J]. 黑龙江农业科学, 2017(5): 1–5
WEI D, LI S R, XIN H S, et al. Analysis of black soil protection measures in south America and the scheme of sustainable utilization of black soil in China[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2017(5): 1–5
- [18] 王雪琴. 美国 20 世纪 30 年代的沙尘暴及其治理[J]. 生态经济, 2003, 19(10): 206–209
WANG X Q. Sandstorm and its control in the 1930s in the United States[J]. *Ecological Economy*, 2003, 19(10): 206–209
- [19] WANG Y, YU H J, WANG S J, et al. Unveiling trends and environmental impacts of global black soil crop production: A comprehensive assessment[J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2024, 208: 107717
- [20] 刘震. 美国水土保持发展及其有关法规[J]. 水土保持科技情报, 1988(2): 24–28
LIU Z. Development of soil and water conservation in the United States and its related laws and regulations[J]. *Scientific and Technical Information of Soil and Water Conservation*, 1988(2): 24–28
- [21] HEADLEY J C. Soil conservation and cooperative extension[J]. *Agricultural History*, 1985, 59(2): 290–306
- [22] STUPAK N. Impact of agricultural transition on soil protection in Ukraine: the role of institutional change[J]. *Land Use Policy*, 2016, 55: 86–97
- [23] 唐万新. 苏联新土地基本法的特点[J]. 中国土地科学, 1991, 5(1): 34–37, 28
TANG W X. Characteristics of the new land basic law of the Soviet Union[J]. *China Land Science*, 1991, 5(1): 34–37, 28
- [24] KHOMINETS S. Legal support to the protection of land and soil in light of new regulations of Ukraine[J]. *Journal of Environ-*

- mental Law and Policy, 2021, 1(2): 35–47
- [25] BOUZA M E, ARANDA-RICKERT A, BRIZUELA M M, et al. Economics of land degradation in Argentina[M]//NKNYA E, MIRZABAEV, BRAUN J. Economics of Land Degradation and Improvement — A Global Assessment for Sustainable Development. Cham: Springer International Publishing, 2015: 291–326
- [26] WARD R M. The US Farmland Protection Policy Act : Another case of benign neglect[J]. Land Use Policy, 1991, 8(1): 63–68
- [27] KOSTYASHKIN I, DEREVYANKO B, HRUDNYTSKYI V, et al. Economic and legal mechanisms for effective use of land resources under the conditions of sustainable development in Ukraine[J]. Environmental Economics, 2018, 9(3): 42–50
- [28] 李国祥. 美国联邦政府农业发展与改革新政策[J]. 世界农业, 1997(1): 15–16
- LI G X. The new policy of agricultural development and reform of American Federal Government[J]. World Agriculture, 1997(1): 15–16
- [29] DESAI D. Soil conservation in California: An analysis of the healthy soils initiative[J]. New York University Environmental Law Journal Environmental Law Review Syndicate, 2018.
- [30] TEREMETSKYI V, KOMARNITSKYI V, SHUST H, et al. Specifics of using and protecting land resources in Ukraine and foreign countries[J]. Journal of Legal, Ethical and Regulatory Issues, 2021, 24(Special): 1–10
- [31] 杨庆媛, 信桂新, 江娟丽, 等. 欧美及东亚地区耕地轮作休耕制度实践: 对比与启示[J]. 中国土地科学, 2017, 31(4): 71–79
- YANG Q Y, XIN G X, JIANG J L, et al. The comparison and implications of crop rotation and fallow in the western countries and east Asia[J]. China Land Sciences, 2017, 31(4): 71–79
- [32] SMITH P, TURNBULL J, FESTIN T, et al. New horizons Ontario's agricultural soil health and conservation strategy [R/OL]. Ontario: Government of Ontario, 2018[2025-05-10]. <https://www.ontario.ca/page/new-horizons-ontarios-agricultural-soil-health-and-conservation-strategy>
- [33] ABDULAI A, OWUSU V, GOETZ R. Land tenure differences and investment in land improvement measures: Theoretical and empirical analyses[J]. Journal of Development Economics, 2011, 96(1): 66–78
- [34] GAO L L, SUN D Q, HUANG J K. Impact of land tenure policy on agricultural investments in China: Evidence from a panel data study[J]. China Economic Review, 2017, 45: 244–252
- [35] BIGELOW D, BORCHERS A, HUBBS T. U. S. farmland ownership, tenure, and transfer[R/OL]. Washington, DC: U. S. Department of Agriculture, 2016 [2025-05-10]. <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/pubid=74675>
- [36] BRAY C E. Agricultural land regulation in several Canadian provinces[J]. Canadian Public Policy, 1980, 6(4): 591–604
- [37] 聂英, 韩鲜籽, 王子茗惠, 等. 耕地休耕: 国外经验与中国实践 [J]. 世界农业, 2022(12): 34–44
- NIE Y, HAN X Z, WANG Z M H, et al. Fallow of arable land: Foreign experience and Chinese practice[J]. World Agriculture, 2022(12): 34–44
- [38] THEESFELD I, JELINEK L. A misfit in policy to protect Russia's black soil region. An institutional analytical lens applied to the ban on burning of crop residues[J]. Land Use Policy, 2017, 67: 517–526
- [39] WILSON M G, MAGGI A E, CASTIGLIONI M G, et al. Conservation of ecosystem services in Argiudolls of Argentina[J]. Agriculture, 2020, 10(12): 649
- [40] ZENTNER R P, LAFOND G P, DERKSEN D A, et al. Effects of tillage method and crop rotation on non-renewable energy use efficiency for a thin Black Chernozem in the Canadian Prairies[J]. Soil and Tillage Research, 2004, 77(2): 125–136
- [41] TRIPLETT G B, DICK W A. No-tillage crop production: A revolution in agriculture! [J]. Agronomy Journal, 2008, 100(S3): S–153–S–165
- [42] GRAHAM R L, NELSON R, SHEEHAN J, et al. Current and potential U. S. corn stover supplies[J]. Agronomy Journal, 2007, 99(1): 1–11
- [43] KRAVCHENKO Y S. Conservation agriculture on Ukrainian chernozems[J]. Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences, 2018, 72(1): 100–108
- [44] CHENDEV Y G, SAUER T J, RAMIREZ G H, et al. History of East European chernozem soil degradation, protection and restoration by tree windbreaks in the Russian steppe[J]. Sustainability, 2015, 7(1): 705–724
- [45] KHAKBAZAN M, CAREW R, CRITTENDEN S, et al. An economic review of conservation tillage practices: Select case studies from the eastern Prairies of Canada[J]. Canadian Journal of Soil Science, 2024, 104(1): 11–21
- [46] KLOCKE N L, STONE L R, CLARK G A, et al. Water allocation model for limited irrigation[J]. Applied Engineering in Agriculture, 2006, 22(3): 381–389
- [47] RIBAUDO M O, HOAG D L, SMITH M E, et al. Environmental indices and the politics of the conservation reserve program[J]. Ecological Indicators, 2001, 1(1): 11–20
- [48] REICHELDERFER K, BOGGESS W G. Government decision making and program performance: The case of the conservation reserve program[J]. American Journal of Agricultural Economics, 1988, 70(1): 1–11
- [49] 郑雪梅. 我国耕地休耕生态补偿机制构建与运作思路[J]. 地方财政研究, 2016(7): 95–104
- ZHENG X M. Construction and operation of ecological compensation mechanism for fallow farmland in China[J]. Sub National Fiscal Research, 2016(7): 95–104
- [50] 崔宁波, 张正岩, 刘望. 国外耕地生态补偿的实践对中国的启示[J]. 世界农业, 2017(4): 35–40
- CUI N B, ZHANG Z Y, LIU W. Implications of foreign practices of ecological compensation for arable land for China[J]. World Agriculture, 2017(4): 35–40
- [51] 尚惠芳, 易小燕, 张宗芳. 农户耕地质量提升行为的逻辑路径与驱动力: 研究进展与展望[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2021, 29(7): 1253–1261
- SHANG H F, YI X Y, ZHANG Z F. Logic paths and driving forces of cultivated land quality improvement behavior of farmers: Research progress and prospects[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2021, 29(7): 1253–1261
- [52] 王春华, 梁流涛, 高峰. 国外农地保护政策与措施对我国的启示[J]. 国土资源科技管理, 2007, 24(2): 61–64
- WANG C H, LIANG L T, GAO F. Policies and measures of farmland preservation abroad and revelation to China[J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2007, 24(2): 61–64