偏好异质性、农户参与式推广方案创设与水土流失治理
——以水土保持技术为例

陈 苏[1], 穆永清[1], 毛 慧[2], 徐彩瑶[3]
(1.江西财经大学 经济学院, 江西 南昌 330013; 2.西安交通大学
经济与金融学院, 陕西 西安 710049; 3.浙江农林大学 经济管理学院, 浙江 杭州 311300)

摘 要: [目的]结合农户偏好制定精准推广政策以提升水土保持技术采用率,为治理水土流失,保障农业资源及可持续发展提供科学依据。[方法]基于陕西省典型代表性水土流失严重流域区748份种植玉米农户的调查数据,将水土保持技术采用视为参与治理的关键措施,运用选择试验法与混合Logit模型考察政策偏好及异质性来源。[结果]各项激励政策均契合农户偏好,可提升水土保持技术采用效用并促进其参与治理。偏好排序为:技术指导>现金补贴>外包服务>产量保险>风险信息。异质性分析结果显示,在农户层面,规模上,产量保险等对大规模户更有效,现金补贴对小农户更明显;参与方面,受性别、党员等个体特征,家庭人口、合作社、龙头企业等家庭特征及种植年限、地块数量等经营特征影响。在政策层面,政策组合呈非线性交互,现金补贴与产量保险等存在替代效应;现金补贴、技术指导与风险信息具有协同效应,外包服务可与风险信息替代,与技术指导则为协同互补。基于此,本研究构建集成推广体系,通过政策工具系统配置提升水土保持技术实施效果。[结论]政府需构建多维激励体系,实施异质性干预,加快农地流转平台建设,强化政策协同,并构建"制度嵌入-社区协同-市场激励"三位一体的水土保持非技术性参与途径,破解农户水土流失参与困境。

关键词: 农户偏好; 激励政策; 选择试验; 混合Logit模型; 水土保持技术; 陕西省
文献标识码: B **文章编号:** 1000-288X(2026)03-0257-10 **中图分类号:** F323, S157.1

文献参数: 陈苏, 穆永清, 毛慧, 等.偏好异质性、农户参与式推广方案创设与水土流失治理[J].水土保持通报,2026,46(3):257-266. Chen Su, Mu Yongqing, Mao Hui, et al. Preference heterogeneity, design of farmer-participatory extension programs and soil erosion management [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation,2026,46(3):257-266.

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2026.03.036 **CSTR:32312.14.stbctb.2026.03.036**

Preference heterogeneity, design of farmer-participatory extension programs and soil erosion management
—A case study of soil and water conservation technologies

Chen Su[1], Mu Yongqing[1], Mao Hui[2], Xu Caiyao[3]
(1.*School of Economics, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang, Jiangxi* 330013, *China*; 2.*School of Economics and Finance, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi* 710049, *China*; 3.*College of Economics and Management, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Hangzhou, Zhejiang* 311300, *China*)

Abstract: [Objective] Targeted promotion policies based on farmer preferences were developed to improve the

收稿日期:2025-08-04 **修回日期:**2026-01-13 **采用日期:**2026-01-13
资助项目:国家自然科学基金地区项目"南方稻作低碳生产转型的农户响应、激励机制与政策优化研究"(72463010),"南方多熟制粮区小农户化肥减量化行为及干预效果的实证研究"(72063014);国家自然科学基金青年项目"黄河流域农户水土保持技术采用行为的干预机制与政策优化研究"(72103115),"数字乡村建设、森林生态产品价值实现与浙江山区26县共同富裕协同机制及政策研究(42301328);江西省哲学社会科学研究基地项目(25ZXSKJD20)
第一作者:陈苏(1989—),男(汉族),江苏省滨海县人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事农业经济、资源与环境经济方面的研究。Email:chensu@jxufe.edu.cn。
通信作者:毛慧(1991—),女(汉族),河南省周口市人,博士,副研究员,硕士生导师,主要从事农业经济、发展经济方面的研究。Email:huimao@xjtu.edu.cn。

adoption rate of soil and water conservation technologies, in order to provide a scientific basis for controlling soil erosion, safeguarding agricultural resources, and ensuring sustainable development. [Methods] Based on survey data from 748 maize-farming households in typical and representative watershed areas severely affected by soil erosion in Shaanxi Province, the adoption of soil and water conservation technologies was regarded as a key measure for participating in governance. The choice experiment method and mixed Logit model were employed to examine policy preferences and sources of heterogeneity. [Results] All incentive policies aligned with farmer preferences, enhancing the utility of adopting soil and water conservation technologies and promoting participation in governance. The preference ranking was: technical guidance > cash subsidies > outsourcing services > yield insurance > risk information. Heterogeneity analysis revealed that, at the farmer level, in terms of scale, yield insurance and other measures were more effective for large-scale farmers, while cash subsidies had a more pronounced effect on small-scale farmers. Regarding participation, it was influenced by individual characteristics (e.g., gender, party membership), household characteristics (e.g., household size, cooperatives, leading enterprises), and operational characteristics (e.g., planting years, number of plots). At the policy level, policy combinations exhibited nonlinear interactions. Cash subsidies and yield insurance demonstrated substitution effects, while cash subsidies, technical guidance, and risk information exhibited synergistic effects. Outsourcing services had substitution effects with risk information and synergistic complementarity with technical guidance. Based on this, an integrated promotion system was constructed to improve the implementation effectiveness of soil and water conservation technologies through systematic configuration of policy instruments. [Conclusion] Governments need to establish a multidimensional incentive system, implement heterogeneous interventions, accelerate the development of agricultural land transfer platforms, and strengthen policy synergy. Additionally, a trinity non-technical participation pathway for soil and water conservation of 'institutional embeddedness-community collaboration-market incentives' should be constructed to overcome participation challenges.

Keywords: farmer preferences; incentive policies; choice experiment; mixed Logit model; soil and water conservation technologies; Shaanxi Province

水土流失是中国,尤其是黄河流域的一个突出生态问题。中国水土流失面积已达2.65×10^6 km^2,其中黄河流域的水土流失面积为2.56×10^5 km^2,占该流域土地总面积的32.15%。严重的水土流失不仅恶化农业生产环境,引起生态失衡,还严重制约当地经济的可持续发展[1]。作为治理水土流失的关键措施,水土保持技术(工程措施、生物措施以及耕作措施)具有防止土壤侵蚀,提高土地生产力及改善生态环境等功能[2],对于保障粮食安全和生态安全,实现可持续发展意义重大。为加快推广水土保持技术,政府已出台一系列政策。例如,2015年经国务院批复的《全国水土保持规划(2015—2030年)》,明确构建水土流失综合防治体系,系统整治重点区域水土流失问题。2023年中央一号文件提出推进黄河流域农业深度节水控水。相关政策进一步明确通过补贴和优惠政策提高农户主动采用水土保持技术的积极性。

政策激励被视为推广水土保持技术的关键举措,但现实中农户的技术采用比例仍旧较低[3]。作为理性决策者,农户采用技术主要出于预期效益的考量[4]。尽管水土保持技术能够节本增效,但也具备保护生态环境等有益的正外部性特征。当边际私人收益小于边际社会收益,农户自发采用水土保持技术的动能被减弱。在此背景下,政府加大了对水土保持领域的财政投入力度。如2024年国家水土保持重点工程安排中央资金199.26亿元。除资金支持外,其他激励政策,如技术指导、宣传示范等提高农户技术认知、降低采用风险的措施也相继实施[5-7]。然而,由于水土保持技术种类繁多,配套资金、人力、知识体系的要求广泛且复杂,对农户资源禀赋产生了有条件的隐性门槛。不同种类技术因作用对象、产生的效果存在差异,对农户需求的满足度不同,可能会导致接受度分化。农户是政策实施的主要接受者,政府主导制定政策应充分考虑农户偏好,与农户需求适配[8]。

选择试验法成为分析个体偏好的重要工具。该方法通过构建接近真实且减少外界干扰的模拟政策情境,呈现未来政策调整的潜在组合,量化分析个体对政策的偏好特征。不仅能深入探索个体效用随政策变动的反应模式,还能揭示偏好强度、剖析偏好异质性根源。学术界在利用选择试验方法推动农业技术采用的研究中已形成较为丰富的积累,主要集中于两方面:①农户对农业技术配套政策的选择偏好,

具体涉及政策实施期限、灵活性设计等关键要素[9-10]；②农户对多元农业技术的采用行为特征[9,11-12]。具体来看：①关注农户对现金、实物补贴等直接政策工具偏好，或是宣传示范、保险支持等间接政策工具的偏好[13-16]；②探讨农户对化肥减量、测土配方等绿色防控治理决策[12]，或是耕地保护，如轮耕休作、节水灌溉、秸秆还田等单一水土保持技术的采用行为[14,17-18]。

鉴于此，本研究试图回答以下问题：支持农户采用水土保持技术的政策种类众多，各项激励政策对提升农户技术采用比例的效用如何？农户对各项激励政策的偏好优先序如何？影响农户参与方案的异质性来源有哪些？本文利用2023年陕西省748份种植玉米农户微观调查数据，以水土保持技术采用作为农户参与水土流失治理的具体手段，从理论层面分析激励政策对农户水土保持技术选择行为的影响，并将激励政策具体化为产量保险、现金补贴、外包服务、技术指导和水土流失风险信息，考察农户对提高水土保持技术采用的多元激励政策的偏好及异质性来源，并进一步探讨其协同互补效应。本文边际贡献在于：①在研究方法上，采用选择试验法，设计不同政策属性组合的备选方案，利用混合Logit模型，深入探讨农户对水土保持技术政策激励的偏好。②在研究内容上，以多种水土保持技术为核心研究对象，分析水土流失严重区域的农户对水土保持技术激励政策的偏好，异质性来源，政策协同互补效应及创设推广方案等，进一步拓展农户水土流失治理研究的深度与广度。③充分关注农户主观能动性，强化信息干预的关键作用，将水土流失风险信息作为核心变量纳入选择试验方案设计，进一步完善提高农户水土保持技术采用的政策方案的设计框架。

1　理论分析

水土流失治理可视作农户对具有明显正外部性的水土保持技术采用问题。根据理性经济人假设，农户采用水土保持技术遵循收益最大化目标。如果采用水土保持技术的预期净收益大于现有技术的净收益，农户就会采用水土保持技术。因此，参考Atanu[19]和孔祥智等[20]构建的农户技术采用模型，结合水土保持技术的特征对模型进行拓展。假设在没有政策干预时，农户采用水土保持技术的条件为：

$$pf(d)e(r)-(m_l+m_b+c)d\geqslant ph(d)-cd \quad (1)$$

式中：p为产品价格；$f(d)$为采用水土保持技术后的生产函数；d为决策规模；$e(r)$为风险函数；m_l为采用水土保持技术新增的学习成本；m_b为采用水土保持技术新增的投入成本；$h(d)$为使用传统技术的生产函数；c为采用传统技术的生产成本。

当政府提供政策支持时，具体包括：产量保险政策可稳定农户预期收入，降低水土保持技术采用风险$\left[e(r_1)\right]$；现金补贴政策能缓解农户资金约束，降低水土保持技术投入成本$\left[m_b(p_1)\right]$；外包服务政策可引入外部要素，降低水土保持技术替代成本$\left[c(p_1)\right]$；技术指导政策能消除农户对水土保持技术的知识缺陷，降低水土保持技术学习成本$\left[m_l(p_1)\right]$。那么，农户的私人成本收益比较变为：

$$pf(d)e(r_1)-\left[m_l(P_1)+m_b(P_1)+c(P_1)\right]d\geqslant ph(d)-cd \quad (2)$$

由公式(2)可知，提供政策支持后，左边的私人净收益将大于等于右边，从而激励农户采用水土保持技术。

当提供水土流失风险信息时，农户感知到水土流失所带来的风险可能会改变其决策，进而影响产出：

$$pf(d_1)e(r_1)-\left[m_l(P_1)+m_b(P_1)+c(P_1)\right]d\geqslant ph(d)-cd \quad (3)$$

由公式(3)可知，在进行信息干预后，产出可能会提高，左边的私人净收益将超过右边，从而增强农户采用水土保持技术的主观能动性。

各政策的具体作用机理为：①平滑风险的产量保险政策。产量保险是政府为农户因水土保持技术应用导致实际产量低于约定目标时进行赔付所提供的风险保障机制。《全国水土保持规划(2015—2023年)》明确要求在水土流失重点省份试点“技术＋保险”联动机制，旨在防范农户因未能有效掌握水土保持技术使用规范，操作不当，可能导致显著的产量损失。农业保险能有效降低农户的生产风险，稳定其生产预期，保障其收入，提高农户采用水土保持技术的可能性[21]。②缓解资金约束的现金补贴政策。现金补贴是指政府通过财政转移支付方式向采用具有社会效益的水土保持技术所导致的私人收益下降的个体所提供的补偿。以造林、节水灌溉为代表的多数水土保持技术属于资金密集型，在使用过程中农户需承担额外的作业费用[22-23]。通过提供现金补贴，有助于提高农户对水土保持技术的感知有用性，降低采用成本，促进其采用行为。③降低学习成本的技术指导政策。技术支持是指政府部门采用集中授课或实地指导等形式，向农户单向输出水土保持技术及

知识等资源扶持方式。水土保持技术种类繁多且复杂。以耕作措施为例,包括轮作间作等10余种水土保持技术,属于知识密集型技术,对农户的专业技能提出一定要求。技术指导不仅帮助农户熟悉水土保持技术的操作方式,节省学习成本,还能提供必要的技术细节和适用性信息,降低技术采用门槛[24]。④优化要素投入成本的外包服务政策。外包服务是指政府通过合同外包形式,将水土保持技术应用、管理等技术性服务委托给专业机构,以提升治理效率与专业化水平的政策安排。2022年《陕西省农业农村厅关于加快发展农业社会化服务的实施意见》提出,支持各类社会化服务组织为农户提供应用先进适用技术和现代物质装备等生产性服务。外包服务能缓解农户在技术采用过程中面临的高成本、高风险以及技术操作不当等问题[25],为水土保持技术的实施提供便利条件,进而提高农户响应意愿[26]。⑤增强风险感知的水土流失风险信息。政府通过系统性收集、分析、发布水土流失风险数据及预警信息,引导农户采取水土保持技术等预防性措施的政策工具。《关于加强新时代水土保持工作的意见》提出,引导全社会强化水土保持意识。理论上,通过向农户提供水土流失的风险信息,传递水土流失的危害,有助于提高其对生态风险的认知,进而提升水土保持技术采用概率。⑥激励政策组合的协同作用。协同治理理论表明,政策组合设计需系统考量激励政策的异质性及其作用边界。具体而言,现金补贴虽能短期缓解水土保持技术采用成本,却无法弥补技术认知与操作能力缺失,技术指导的互补性功能更易凸显;而外包服务通过专业化分工可部分替代农户自主采用水土保持技术环节,但也可能因服务供给成本过高而削弱政策效能。进一步地,技术指导与外包服务存在显著的功能互补性,即前者通过知识传递提升农户水土保持技术吸收能力,后者通过标准化服务降低水土保持技术操作复杂性,二者协同可突破农户资源禀赋对水土保持技术采用的约束。当与现金激励结合时,风险感知强化与经济激励形成正向叠加效应,驱动农户采用水土保持技术;但在通过外包服务流转土地的农户群体中,由于经营模式转变带来的风险转移效应,风险信息干预的边际效用可能显著下降。

2 选择试验法、试验设计与数据说明

2.1 选择试验法

选择试验法以随机效用理论为基础,假定理性个体会在所有选项中选择效用最大的备选项[27-28]。基于此,本文将农户参与水土流失治理方案的政策偏好转化为在备选集中选择最优政策的效用问题。具体而言,设农户选择某个方案i的效用可以表示为:

$$U_i = V_i + e_i \tag{4}$$

式中:U_i表示农户在某个选择集中选择方案i的总效用;V_i表示可观测效用部分;e_i表示不可观测效用部分。可观测效用函数V_i可进一步表示为方案属性和农户特征变量的线性函数:

$$V_i = \mathrm{ASC}_i + \sum \alpha_n z_n + \sum \omega_k \mathrm{ASC}_i \cdot m_k \tag{5}$$

式中:ASC为替代常数项,表示不可观测因素对农户参与方案选择的影响,当农户选择“更愿意维持现状”时,ASC赋值为1,反之则赋值为0。因此,ASC为负时,表明农户更愿意改变现状,参与相关试验方案。α_n为待估系数;z_n是n个方案属性变量;m_k为k个农户特征变量,ASC与农户特征变量m的交互项表示影响农户采用不同方案的个体因素;ω_n为交互项待估系数。

如果进一步考察异质性来源,可将公式(5)扩展为:

$$V_i = (\mu_j + \theta_j)\mathrm{ASC}_i + \sum(\lambda_n + \sigma_n) z_n + \sum \chi_n (z_n \cdot z_n) \tag{6}$$

式中:μ_j,θ_j分别为农户j选择ASC的总体均值系数与标准差系数;λ_n,σ_n分别为农户选择第n个方案属性变量的总体均值系数与标准差系数;χ_n为待估计参数;$z_n \cdot z_n$为方案属性之间的交叉项。

根据上述模型,可计算出各个方案属性的边际价值:

$$\mathrm{Marginal} = \lambda_n / \lambda_k \tag{7}$$

式中:λ_n为第n个属性变量的总体均值系数;λ_k为支付属性变量(本文中指“技术采用比例”)。Marginal的值越大,说明农户对第n个方案属性的偏好越高。

2.2 选择试验设计

选择试验设计的关键在于明确属性及其状态水平。借鉴既往研究,本文将激励政策分为经济激励型和自愿参与型两类[17,29]。经济激励型政策通过补贴和福利激励农户选择,例如现金补贴和农业保险;自愿参与型政策则通过提供技术支持和外部信息吸引农户采用水土保持技术,例如技术指导和环境信息。根据改进后的TAM模型,政策有效性可通过经营者对政策采用的有用性感知提升程度衡量。现金补贴、产量保险是提升农户经济效益预期,提高技术有用性感知的重要政策措施[13,15]。本文构建了包含产量保险、现金补贴、外包服务、技术指导及水土流失风险信息的多维政策组合方案。水土流失治理必

须依赖于农户生产行为的转变,即采用水土保持技术。因此,本文将水土保持技术采用比例作为政策的目标结果变量。根据调研,农户水土保持技术总体采用率仅30%。其中,节水灌溉约5%,种草3%,造林26%,覆盖耕作28%。秸秆覆盖综合成本远低于其他措施,与小农生产更为适配。结合《陕西省农业农村厅关于印发2023年农业生态资源保护资金实施方案的通知》,将秸秆覆盖"40%"作为采用比例上限参考,按10%的等距原则向下推导,确定水土保持技术采用比例。产生800(5×5×2×2×2×4)种备选方案。本文利用JMP软件按照D-efficiency为93.117的标准进行配对,随机生成8个一级选择集,即8份问卷。每份问卷包含5个不同的二级选择集,即5个试验卡,每张试验卡包括4个选项,即3个为不同的参与方案,1个为"更愿意维持现状"的选项。

2.3　数据说明

2.3.1　数据来源

本文数据来自课题组在2023年5月对黄河流域陕西省玉米种植农户开展的问卷调查。样本选取地区基于如下考虑:首先,黄河流域作为大江大河流域中水土流失最为严重的地区,是中国水土保持和生态治理的重点区域。《推动黄河流域水土保持高质量发展的指导意见》文件提出,实现中游黄土高原水土流失得到有效治理。其次,面对水土严重流失,陕西省陆续出台一系列文件以加快水土流失治理,尤其针对性地提出工程措施、植物措施和保护性耕作等水土保持技术。在样本选取过程中,主要采用分层抽样和随机抽样,分为以下3个阶段:第1阶段,课题组根据玉米种植面积、地区水土流失差异和经济发展水平,选取陕北榆林市和延安市、关中渭南市和铜川市作为样本市。第2阶段,课题组依据样本市各县玉米产量,由高到低进行排序,并按照等距抽样原则在4个样本市中各随机选取2个县(区),分别是横山区、子洲县、甘泉县、安塞区、澄城县、合阳县、耀州区和宜君县,在每个县随机选取2个乡(镇),共选取16个乡镇。第3阶段,在每个乡(镇)中随机选取2个村,共计32个村。再在每个村随机选取25户农户,进行问卷调查。本研究所选取的调查区域,在典型的水土流失严重流域区中具有代表性。调研农户全务农,共计800户农户参与调查,获得有效问卷748份,问卷有效率为93.50%。

2.3.2　变量设置及描述性统计

本文的被解释变量是某方案是否被选中,若被选中则赋值为1,否则赋值为0。ASC为替代常数项,当农户选择不参与方案(即更愿意维持现状)时,ASC赋值为1;反之,则赋值为0。核心解释变量为5个激励方案变量和1个目标变量的具体属性。其中,产量保险和现金补贴为连续性变量,分别赋值为1~5;外包服务、技术指导、水土流失风险信息是二分类变量;水土保持技术采用比例为目标变量,赋值为1~4。变量的含义以及基本描述性统计详见表1。

3　实证结果与分析

3.1　激励政策方案的偏好分析

本文采用Stata 16.0软件进行模型估计。首先进行了条件Logit模型估计,估计结果详见表2。列(1)显示,产量保险、现金补贴、外包服务、技术指导、水土流失风险信息的系数均显著为正,表明这些激励政策均能够提高农户效用,正向影响农户采用水土保持技术。其次,本文进行混合Logit模型估计。为避免变量识别困难及结果不稳定,将水土保持技术采用比例设定为固定参数,ASC和方案属性设定为随机参数变量,且服从正态分布。列(2)结果显示,ASC的均值在1%的统计水平上显著,且系数符号为负,说明选择"参与"水土流失治理能够显著提高农户效用,因此,与选择"不参与"方案相比,农户选择"参与"方案的概率更大。然而,ASC的标准差在1%的统计水平上显著,说明农户对"参与"方案的选择具有明显的异质性。从政策属性变量的估计结果看,产量保险、现金补贴、外包服务、技术指导和水土流失风险信息变量均显著为正。无论是提供外部激励政策,还是进行内部风险信息干预,将其纳入方案后均能显著提高农户的水土保持技术采用比例。因此,各个激励政策均受到农户偏好,能够显著提高农户选择"参与"方案的概率。

3.2　稳健性检验

为进一步验证模型的稳健性,本文剔除总是选择不参与方案的农户,即在所有方案中均选择D的农户,以消除选择试验中的"现状效应"。表2列(3)和列(4)与基准回归结果具有较高一致性,表明基准回归结果是稳健的。

3.3　偏好程度分析

根据公式(7),基于表2列(2)混合Logit模型的估计系数,计算出农户参与方案的激励政策偏好程度(限于篇幅,留存索引)。农户对技术指导的偏好程度最高,若提供技术指导服务,农户采用水土保持技术的平均比例达到7.750%。其次是现金补贴、外包服务、产量保险,偏好最低的是水土流失风险信息。这表明农户更希望政府提供技术指导、现金补贴和外包服务。

表1 变量含义及其描述性统计

Table 1 Variable definitions and descriptive statistics

响应变量	变量名称	变量含义和赋值	均值	标准差
被解释变量	某方案是否被选中	方案被选中=1,方案未被选中=0	0.250	0.433
	替代常数项	不参与任何方案=1,参与补偿方案=0	0.250	0.433
方案属性变量	产量保险	0=1,500=2,1 000=3,1 500=4,2 000=5	2.507	1.516
	现金补贴	0=1,100=2,200=3,300=4,400=5	2.506	1.505
	外包服务	是=1,否=0	1.369	0.483
	技术指导	是=1,否=0	1.394	0.489
	水土流失风险信息	是=1,否=0	1.381	0.486
	水土保持技术采用比例	1=10%,2=20%,3=30%,4=40%	2.116	1.160
个体特征变量	性别	男=1,女=0	0.936	0.245
	党员	是=1,否=0	0.201	0.400
家庭特征变量	家庭人口	家庭人口数(人)	3.842	1.910
	合作社	是=1,否=0	0.099	0.299
	龙头企业	是=1,否=0	0.021	0.145
经营特征变量	种植年限	小于等于10 a=1;10至20 a(含)=2;20至40 a(含)=3;大于40 a=4	3.159	0.824
	土壤肥力	农户耕地的土壤肥力情况:比较差=1,一般=2,良好=3,比较好=4	2.730	0.754
	地块数量	小于等于5=1;5至10(含)=2;大于10=3	1.640	0.711

表2 条件Logit模型和混合Logit模型的基础模型估计结果

Table 2 Basic model estimation results of conditional Logit model and mixed Logit model

变 量	(1) 条件Logit模型	(2) 混合Logit模型	(3) 条件Logit模型	(4) 混合Logit模型
ASC	−0.925***(0.096)	−11.701***(2.854)	−2.770***(0.195)	−4.589***(0.408)
产量保险	0.236***(0.014)	0.569***(0.062)	0.235***(0.014)	0.567***(0.065)
现金补贴	0.352***(0.016)	0.941***(0.096)	0.355***(0.016)	0.929***(0.080)
外包服务	0.229***(0.038)	0.658***(0.090)	0.229***(0.038)	0.694***(0.091)
技术指导	0.442***(0.040)	1.178***(0.142)	0.455***(0.041)	1.105***(0.148)
水土流失风险信息	0.133**(0.040)	0.310***(0.085)	0.142***(0.040)	0.330***(0.087)
水土保持技术采用比例	0.025(0.018)	0.152***(0.039)	0.030(0.018)	0.158***(0.039)
随机参数变量的标准差				
ASC		10.261***(2.243)		
观测值	14 960	14 960	14 340	14 340
Wald	1 529.44	307.02	1 250.56	367.08
Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.000
R^2	0.212	0.218	0.291	
对数似然值	−4 085.694	−2 947.572	−3 525.709	−2 715.094

注:①Wald为Wald检验统计量,用于检验回归模型整体或单个解释变量的显著性;Prob>chi2为Wald检验对应的卡方分布概率值;R^2为判定系数,衡量模型对被解释变量变异的解释程度。②列(1)和列(2)是基准回归结果;列(3)和列(4)是未考虑不参与方案农户的结果。③括号内数据为稳健标准误;***,**,*分别表示1%,5%,10%显著性水平。下同。

3.4 异质性分析

3.4.1 规模异质性

参考已有研究[30],本文按照农户经营规模的中位数将样本分为规模户和小农户两组进行规模异质性检验。由于直接比较系数大小可能产生偏差,邹检验通过比较全样本回归与子样本回归的残差平方和,检验模型参数是否稳定。本文采用邹检验对组间系数差异进行显著性检验。表3列(1)和列(2)显示,产量保险估计系数均显著为正,但大规模农户(0.610)高于小规模农户(0.488),可能是大规模农户的生产较为集中,采用水土保持技术易发生系统风险,因此对产量保险政策的需求更多,该激励政策对大规模农户的效果更明显。现金补贴估计系数显著为正,但小规模农户(1.034)高于大规模农户(0.780),说明小规模农户对水土保持技术的成本与收益更为敏感,现金补贴更能提高小规模农户的水土保持技术

采用行为。外包服务估计系数也显著为正,但大规模农户(0.796)高于小规模农户(0.643),可能是相较于大规模户,小农户连片作业的规模化动机较低,难以进入要素市场,有可能被外包市场边缘化,引致水土保持技术采用率较低。技术指导估计系数显著为正,但大规模农户(1.361)高于小规模农户(1.057),可能是对于大规模户而言,农业收入在家庭收入中的比例较高,农户希望通过专业人士的指导,尽快掌握水土保持技术的操作流程,并应用于农业生产活动,进而提高家庭收入。水土流失风险信息估计系数显著为正,但大规模农户(0.402)高于小规模农户(0.213),可能是大规模农户更注重农业产量,对水土流失所引发的耕地破坏认识更为清晰,规避风险的意愿更为强烈。水土流失风险信息有助于提高大规模农户对当地的生态环境的判断及水土流失的严重程度的认知,进而提高水土保持技术采用率。

表 3　规模-参与-政策的多维异质性分析

Table 3　Multidimensional heterogeneity analysis of scale, participation and policy

变量	规模异质性		参与异质性		政策异质性	
	(1) 小规模	(2) 大规模	变量	(3) ASC×	变量	(4) 政策属性×
ASC	−8.125***(1.719)	−14.174***(3.244)	ASC×性别	−5.516**(1.832)	产量保险×现金补贴	−0.115***(0.025)
产量保险	0.488***(0.097)	0.610***(0.085)	ASC×党员	−5.713*(2.331)	产量保险×外包服务	0.011(0.075)
现金补贴	1.034***(0.143)	0.780***(0.127)	ASC×家庭人口	−0.619*(0.363)	产量保险×技术指导	0.102(0.073)
外包服务	0.643***(0.127)	0.796***(0.120)	ASC×合作社	−5.891**(2.101)	产量保险×水土流失风险信息	0.059(0.070)
技术指导	1.057***(0.208)	1.361***(0.237)	ASC×龙头企业	−2.564*(1.456)	现金补贴×外包服务	−0.120*(0.070)
水土流失风险信息	0.213*(0.123)	0.402**(0.119)	ASC×种植年限	−1.000*(0.524)	现金补贴×技术指导	−0.276***(0.071)
水土保持技术采用比例	0.087*(0.048)	0.235***(0.057)	ASC×地块数量	−1.285*(0.729)	现金补贴×水土流失风险信息	0.232***(0.066)
随机参数变量的标准差			ASC×土壤肥力	1.457(1.459)	外包服务×技术指导	0.833***(0.181)
ASC	7.724***(1.057)	−11.046***(2.688)			外包服务×水土流失风险信息	−0.976***(0.205)
观测值	8 280	6 680		14 960	技术指导×水土流失风险信息	0.530*(0.207)
Wald	123.02	200.57		323.45	观测值	14 960
Prob > chi2	0.000	0.000		0.000	Wald	350.80
对数似然值	−1 597.182	−1 258.828		−2 844.190	Prob > chi2	0.000
p	0.000***				对数似然值	−2 818.699

注:分组回归的组间差异系数检验采用Bootstrap抽样300次得到系数差异检验的经验*p*值。

3.4.2　参与异质性

根据表2列(2)回归结果,ASC的标准差系数显著,表明农户参与水土流失治理方案存在显著的异质性。ASC与农户特征变量的交互项可以反映不同特征农户的参与差异,交互项回归结果详见表3。列(3)结果显示,在个体特征方面,性别变量系数为−5.516,在5%的统计水平上显著,即男性相比女性更倾向于采用水土保持技术;党员变量的系数为−5.713,在10%的统计水平上显著,即党员相比非党员的农户更倾向于采用水土保持技术。在家庭特征方面,家庭人口变量系数为−0.619,显著为负,表明家庭人口数多的农户更倾向于采用水土保持技术;合作社及龙头企业的交互项系数均显著为负,表明加入组织的农户采用水土保持技术的概率更高。在经营特征方面,种植年限变量系数为−1.000,在10%的统计水平上显著,表明相较于种植年限较短的农户,种植年限久的农户采用水土保持技术的概率更高;地块数量系数显著为-1.285,即地块数量多的农户相比地块数量少的农户更倾向于采用水土保持技术。

3.4.3　政策异质性

考虑激励政策之间的组合效应,本文引入政策的交互项进行分析。表3列(4)回归结果显示,在政策组合的替代方面,现金补贴与产量保险、外包服务及技术指导的交互系数均呈现显著为负(−0.115,−0.120,−0.276),表明政策间存在替代效应,即直接经济激励与间接能力建设政策间存在功能重叠。外包服务与水土流失风险信息的交互系数也显著为−0.976,证实二者间的替代关系。在政策组合的协同增效方面,现金补贴、技术指导与水土流失风险信息的交互系数显著为0.232和0.530,表明政策间存在互补效应。外包服务与技术指导的交互系数为0.833,在1%的统计水平上显著,同样存在互补效应。因此,激励政策工具间呈现显著的非线性交互特征。

3.5　推广方案创设

基于前文对水土保持技术属性、农户资源禀赋及外部政策的阐述,本文设计了一套兼具激励与约

束功能的推广机制(表4)。通过模块化架构与契约化设计解决传统推广“统一标准”与“农户主体性缺失”的问题,提升农户水土保持技术采用比例,进而促进农户参与水土流失治理。该机制设定必选模块,以水土保持技术采用比例上限40%设定底线约束,在确保农作物产量不受影响的前提下平衡治理目标与农户生计,明确履行基本义务的参与门槛;以“可选模块A”“可选模块B”提供多样供给,将功能相似但互补性不足的措施归类为同一模块,如A模块内现金补贴与技术指导,将可组合,互补性强的分属不同模块,如A的“能力支持”与B的“劳动力替代”互补,匹配农户资金、技能、风险偏好的异质性需求;以补充条款预留区域适配接口,结合区域特点与水土保持技术应用比例实时制定支持标准,提升本地适应性。在激励层面,通过引入更高水土保持技术采用比例获更多补贴的阶梯式累进补贴的边际收益递增设计,缓解“见效慢,周期长”的短视约束,引导农户长期采用水土保持技术;在约束层面,设计契约监管规范化,将政策支持与履约义务绑定,明确水土保持技术应用过程的核查与效果评估,防范道德风险。相较于传统方案,该机制以自主选择权激活农户内生动力,以模块化协同应对需求分化,以动态调整保障可持续性,不仅能够实现政府引导与农户主体的激励相容,更推动水土流失治理从“技术推广”向“参与式治理”转型,为小农户主导的农业现代化提供“可复制、能落地”的推广范式。

表4 基于采用水土保持技术的水土流失治理推广方案创设

Table 4 Development of promotion plans for soil erosion control based on adoption of soil and water conservation technologies

项目	方案模块	类别	具体内容要求	备注
必选部分	水土保持技术采用比例	比例	10%,20%,30%,40%	农户根据实际生产情况选择技术采用比例
可选部分A	二选一	现金补贴	采用水土保持技术获得补偿	五选一
		技术指导	是否提供技术针对性指导	二选一
可选部分B	二选一	外包服务	是否提供技术外包服务	二选一
		水土流失风险信息	是否提供水土流失风险信息	二选一
合同规定的其他要求		对补贴支付方式、监督、合同期限和退出的要求		

4 结 论

(1)基准回归结果表明,各类激励政策均符合农户偏好,有助于提高农户水土保持技术采用行为,是推动农户参与治理的有效手段。

(2)农户政策偏好呈现梯度排序,即技术指导>现金补贴>外包服务>产量保险>水土流失风险信息。

(3)异质性农户、政策存在差异化响应。从农户视角看,规模上,大规模农户更受益于产量保险、外包服务、技术指导与风险信息,小规模农户则依赖现金补贴;参与特征上,具备党员、男性等个体特征、家庭人口多、加入合作社和龙头企业等家庭特征及种植年限久、地块数量多等经营特征的农户更倾向采用水土保持技术。从政策视角看,激励政策组合呈现替代与协同两种非线性特征。在替代方面,现金补贴与产量保险、外包服务及技术指导因功能重叠存在替代效应;外包服务与风险信息也存在替代关系。在协同方面,现金补贴、技术指导与风险信息因功能互补存在协同效应;外包服务与技术指导同样为互补增效关系。

(4)基于研究结论,提出“必选模块、可选模块、补充条款”推广方案。

5 政策建议

(1)构建多维激励体系。突破传统现金补贴的单一模式,针对平原区干旱减产等不同生态区风险特征,开发“水土流失损失险”等差异化政策性保险产品;聚焦农户“不愿干,不会干”的关键环节,培育专业化服务组织,推行“服务包定价+效果验收”模式,同步建立风险共担机制;搭建线上线下融合平台,通过案例讲解强化农户长期收益认知。

(2)实施异质性精准干预。优先向党员户、多地块经营户等社会资本禀赋较高群体投放资源。为党员户设立“生态示范户”专项计划;为多地块经营户提供规模化治理补贴,并提供免费全程技术指导;为带动10户以上小农户的合作社给予“以奖代补”;对龙头企业优先推荐“生态产品认证”,并通过政府采购、电商直播拓宽其产品销路。

(3)深化要素市场以推动规模经营。开发一站式农地流转服务平台,为流转期限较久的农户提供补贴、流入方给予保险补贴;在每个乡镇选择规模经

营主体,通过“打造试验基地”引导周边小农户参与流转或模仿治理技术。

(4)强化政策协同效应。开展政策组合试验,对比“单一技术补贴、技术补贴+保险”等组合效果,确定政策协同的最佳搭配。

(5)构建“制度嵌入-社区协同-市场激励”三位一体非技术参与途径。将水土流失治理纳入村规民约;以行政村为单位成立水土保持理事会,进行集体治理。

参考文献(References)

[1] 鲁仕宝,薛继兵,李绮雯,等.钱江源地区“两山论”践行成效及水土保持效应[J].生态学报,2024,44(24):11404-11418.
Lu Shibao, Xue Jibing, Li Qiwen, et al. Practice effect of “Two Mountains Theory” and soil and water conservation effect in Qianjiangyuan area [J]. Acta Ecologica Sinica, 2024,44(24):11404-11418.

[2] 刘丽,褚力其,姜志德.技术认知、风险感知对黄土高原农户水土保持耕作技术采用意愿的影响及代际差异[J].资源科学,2020,42(4):763-775.
Liu Li, Chu Liqi, Jiang Zhide. Influence of technology cognition and risk perception on the willingness to adopt soil and water conservation tillage technologies and its intergenerational differences [J]. Resources Science, 2020,42(4):763-775.

[3] 黄晓慧,陆迁,王礼力.资本禀赋、生态认知与农户水土保持技术采用行为研究:基于生态补偿政策的调节效应[J].农业技术经济,2020(1):33-44.
Huang Xiaohui, Lu Qian, Wang Lili. Capital endowment, ecological cognition and farmers' adoption behavior of soil and water conservation technology: Based on the moderating effect of ecological compensation policy [J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2020(1):33-44.

[4] 耿宁,潘佳燕.农业生产托管如何影响农户绿色技术采纳?[J].中国人口·资源与环境,2024,34(4):210-220.
Geng Ning, Pan Jiayan. How does agricultural production trusteeship influence farmers' adoption of green technologies? [J]. China Population Resources and Environment, 2024,34(4):210-220.

[5] 张标,扶桑.农业政策如何影响农户生产性废弃物资源化利用决策?基于安徽省1227个农户调查数据的实证[J].农村经济,2023(9):98-108.
Zhang Biao, Fu Sang. How does agricultural policy affect farmers' decisions on the resource utilization of productive waste? [J]. Rural Economy, 2023(9):98-108.

[6] 苏凯文,任婕,侯一蕾,等.经济收益、政策激励、生态意识:农户参与有机农业的驱动力分析[J].中国农业大学学报,2024,29(6):263-278.
Su Kaiwen, Ren Jie, Hou Yilei, et al. Economic benefits, policy incentives, and ecological awareness: An analysis of the drivers of farmers' participation in organic agriculture [J]. Journal of China Agricultural University, 2024,29(6):263-278.

[7] 陈宏伟,穆月英.政策激励、价值感知与农户节水技术采纳行为:基于冀鲁豫1 188个粮食种植户的实证[J].资源科学,2022,44(6):1196-1211.
Chen Hongwei, Mu Yueying. Policy incentives, value perception and farmers' adoption of water-saving technologies: An empirical analysis based on 1 188 farmers in Hebei, Shandong, and Henan [J]. Resources Science, 2022,44(6):1196-1211.

[8] 王娜娜,王志刚,罗良国.技术偏好异质性、农户参与式方案创设与政策绿色转型[J].中国农村经济,2023(3):136-156.
Wang Nana, Wang Zhigang, Luo Liangguo. Technology preference heterogeneity, scheme design of farmers' participation, and green transformation of policies [J]. Chinese Rural Economy, 2023(3):136-156.

[9] Lapierre M, Le Velly G, Bougherara D, et al. Designing agri-environmental schemes to cope with uncertainty [J]. Ecological Economics, 2023,203:107610.

[10] Cuong O Q, Demont M, Pabuayon I M, et al. What monetary incentives are rice farmers willing to accept to stop straw burning? Evidence from a choice experiment in the Mekong Delta, Vietnam [J]. Environmental Challenges, 2024,15:100913.

[11] Zewdie M C, Moretti M, Tenessa D B, et al. Farmers' preferences and willingness to pay for improved irrigation water supply program: A discrete choice experiment [J]. Environment, Development and Sustainability, 2024,26(11):27277-27300.

[12] 孙杰,周力,应瑞瑶.供需视角下化肥减量增效技术扩散机制研究[J].农业技术经济,2024(2):19-35.
Sun Jie, Zhou Li, Ying Ruiyao. Research on the diffusion mechanism of chemical fertilizer reduction and efficiency enhancement technology from the perspective of supply and demand [J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2024(2):19-35.

[13] 高杨,赵端阳,于丽丽.家庭农场绿色防控技术政策偏好与补偿意愿[J].资源科学,2019,41(10):1837-1848.
Gao Yang, Zhao Duanyang, Yu Lili. Family farms' policy preferences and willingness to accept compensation on green pest control techniques [J]. Resources Science, 2019,41(10):1837-1848.

[14] 李国志,江梦滢.基于选择实验法的农户秸秆资源化利用政策偏好研究[J].中国农业资源与区划,2024,45(3):152-162.
Li Guozhi, Jiang Mengying. Research on farmers'

policy preferences of straw reutilization based on choice experiment [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2024, 45(3): 152-162.

[15] 刘馨月,周力,应瑞瑶.耕地重金属污染治理生态补偿政策选择与组合研究[J].中国土地科学,2021,35(1):88-97.
Liu Xinyue, Zhou Li, Ying Ruiyao. Research on ecological compensation policy choice and combination for heavy metal pollution control of cultivated land [J]. China Land Science, 2021,35(1):88-97.

[16] 周洁红,杨小能,陈凯文,等.耕地质量保护政策的农户偏好及其异质性来源:基于浙江省农户的选择实验分析[J].安徽农业大学学报(社会科学版),2025,34(3):1-11.
Zhou Jiehong, Yang Xiaoneng, Chen Kaiwen, et al. Farmers' preferences for farmland quality protection policies and their heterogeneous sources: An experimental analysis based on farmers' choices in Zhejiang Province [J]. Journal of Anhui Agricultural University (Social Sciences), 2025,34(3):1-11.

[17] 李想,陈宏伟.农户技术选择的激励政策研究:基于选择实验的方法[J].经济问题,2018(3):52-56.
Li Xiang, Chen Hongwei. Incentive policy research on technology choice of farmers: Based on choice experiment [J]. On Economic Problems, 2018(3):52-56.

[18] 喻永红,刘耀森.农户休耕意愿及补偿方式偏好:基于重庆十区县农户的选择实验分析[J].农业经济,2022(1):93-97.
Yu Yonghong, Liu Yaosen. Farmers' willingness to rest farmland and preference for compensation methods: Based on the experimental analysis of farmers' choice in ten districts and counties of Chongqing [J]. Agricultural Economy, 2022(1):93-97.

[19] Saha A, Love H A, Schwart R. Adoption of emerging technologies under output uncertainty [J]. American Journal of Agricultural Economics, 1994, 76(4): 836-846.

[20] 孔祥智,方松海,庞晓鹏,等.西部地区农户禀赋对农业技术采纳的影响分析[J].经济研究,2004,39(12):85-95.
Kong Xiangzhi, Fang Songhai, Pang Xiaopeng, et al. Analysis of the effect of household endowments on the agricultural technology adoption decision in west China [J]. Economic Research Journal, 2004,39(12):85-95.

[21] 尚燕,熊涛,李崇光.农业保险对农户节水灌溉技术采纳行为的影响研究[J].华中农业大学学报(社会科学版),2024(2):122-133.
Shang Yan, Xiong Tao, Li Chongguang. Study on the influence of agricultural insurance on farmer's adoption of water-saving irrigation techniques [J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2024(2):122-133.

[22] 苏柳方,冯晓龙,张祎彤,等.秸秆还田:技术模式、成本收益与补贴政策优化[J].农业经济问题,2021(6):100-110.
Su Liufang, Feng Xiaolong, Zhang Yitong, et al. Straw returning to soil: Patterns, cost-benefit and subsidy policy optimization [J]. Issues in Agricultural Economy, 2021(6):100-110.

[23] 谢政璇,穆月英.农户节水灌溉技术采用的影响因素分析[J].节水灌溉,2021(10):42-47.
Xie Zhengxuan, Mu Yueying. Analysis of influencing factors of farmers' adoption of water-saving irrigation technology [J]. Water Saving Irrigation, 2021(10): 42-47.

[24] 蒋琳莉,黄好钦,何可.技术培训、经济补贴与农户生物农药施用技术扩散行为[J].中国农村观察,2024(4):163-184.
Jiang Linli, Huang Haoqin, He Ke. The impacts of technical training and economic subsidies on farmers' diffusion behaviors of bio-pesticide application technology [J]. China Rural Survey, 2024(4):163-184.

[25] Tambet H, Stopnitzky Y. Climate adaptation and conservation agriculture among Peruvian farmers [J]. American Journal of Agricultural Economics, 2021,103(3):900-922.

[26] 卢华,胡浩,陈苏.农业生产性服务提高了粮食产量吗[J].江西财经大学学报,2023(1):102-113.
Lu Hua, Hu Hao, Chen Su. Do agricultural production services increase grain yield? [J]. Journal of Jiangxi University of Finance and Economics, 2023(1): 102-113.

[27] Lancaster K J. A new approach to consumer theory [J]. Journal of Political Economy, 1966,74(2):132-157.

[28] McFadden D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior [M]. Frontiers in Econometrics. New York: Academic Press, 1974.

[29] 潘丹.基于农户偏好的牲畜粪便污染治理政策选择:以生猪养殖为例[J].中国农村观察,2016(2):68-83.
Pan Dan. Farmers' preferences for manure pollution control policies: The case of pig breeding [J]. China Rural Survey, 2016(2):68-83.

[30] 毛慧,刘树文,彭澎,等.数字推广与农户化肥减量:来自陕西省苹果主产区的实证分析[J].中国农村经济,2023(2):66-84.
Mao Hui, Liu Shuwen, Peng Peng, et al. Digital extension and farmers' fertilizer reduction: An empirical analysis of China's major apple producing areas in Shaanxi Province [J]. Chinese Rural Economy, 2023(2):66-84.