

赤峰市敖汉旗智慧农业技术推广应用的制约因素与提升路径研究

牛方烨, 逯明龙, 杨文博, 刘 琰, 王礼锁

大连海洋大学经济管理学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2026年7月6日; 录用日期: 2026年8月7日; 发布日期: 2026年8月14日

摘 要

敖汉旗作为全国重要的粮食生产功能区和旱作农业典型区域, 同时是全球重要农业文化遗产“敖汉旱作农业系统”的所在地, 推广应用智慧农业技术是推动当地农业现代化转型、保障粮食安全、促进农户增收的核心抓手。本文梳理了敖汉旗智慧农业技术推广的基础背景与当前应用进展, 从基础设施、经营主体、技术适配、要素支撑四个维度剖析了推广过程中面临的制约因素, 结合当地农业产业特征针对性提出了优化路径, 为北方旱作农业区智慧农业落地推广提供参考依据。

关键词

智慧农业, 技术推广, 制约因素, 提升路径, 敖汉旗

Research on Restrictive Factors and Promotion Paths of Smart Agricultural Technology Popularization and Application in Aohan Banner, Chifeng City

Fangye Niu, Minglong Lu, Wenbo Yang, Yan Liu, Lisuo Wang

School of Economics and Management, Dalian Ocean University, Dalian Liaoning

Received: July 6, 2026; accepted: August 7, 2026; published: August 14, 2026

Abstract

As an important national grain production functional area and a typical area of dry farming, as well as the site of the globally important agricultural cultural heritage “Aohan Dry Farming System”, the

文章引用: 牛方烨, 逯明龙, 杨文博, 刘琰, 王礼锁. 赤峰市敖汉旗智慧农业技术推广应用的制约因素与提升路径研究[J]. 农业科学, 2026, 16(8): 1261-1267. DOI: 10.12677/hjas.2026.168152

popularization and application of smart agricultural technology is the core starting point for promoting the transformation of local agricultural modernization, ensuring food security, and increasing farmers' income in Aohan Banner. This paper sorts out the basic background and current application progress of smart agricultural technology promotion in Aohan Banner, analyzes the restrictive factors faced in the promotion process from four dimensions: infrastructure, business entities, technical adaptability, and factor support, and puts forward targeted optimization paths combined with the characteristics of local agricultural industry, so as to provide reference for the implementation and promotion of smart agriculture in dry farming areas in northern China.

Keywords

Smart Agriculture, Technology Promotion, Restrictive Factors, Promotion Path, Aohan Banner

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着数字技术与农业产业的深度融合，智慧农业已成为我国农业现代化发展的核心方向，其通过物联网、大数据、人工智能等技术的集成应用，能够实现农业生产全过程的精准管控、风险预警与效率提升，对破解传统农业“靠天吃饭”困境、提高农业综合生产能力具有重要意义。敖汉旗位于内蒙古赤峰市东南部，地处燕山山脉北麓、科尔沁沙地南缘，全旗耕地面积广阔，粮食年产量稳定在较高水平，是全国产粮大县和杂粮主产区，旱作农业特征鲜明[1]。

近年来，敖汉旗逐步启动智慧农业试点建设，在部分规模化种植基地部署了土壤监测、墒情传感、病虫害识别等智慧设备，取得了初步的应用成效，但整体来看，智慧农业技术的覆盖范围仍较窄，推广落地过程中面临多重阻碍。明确当前制约敖汉旗智慧农业推广的核心因素，提出适配当地产业特征的提升路径，对推动敖汉旗农业数字化转型、巩固拓展脱贫攻坚成果与乡村振兴有效衔接具有重要的现实意义。现有智慧农业推广相关研究多依托 TOE (技术 - 组织 - 环境)框架从宏观系统视角识别技术落地外部阻滞条件，借助技术、组织、环境三重维度整合数字基建、经营主体、政策资金、区域产业等多重外部约束；而农户技术采纳行为微观研究普遍采用 TAM 技术接受模型，以感知有用性、感知易用性两大核心变量解释农户接纳或排斥数字化技术的内在心理逻辑。结合敖汉旗旱作杂粮种植、小农户占主体、耕地碎片化的区域特征，本文融合 TOE 宏观系统框架与 TAM 微观主体模型，构建“宏观外部约束 + 微观采纳动因”双层分析范式，系统拆解当地智慧农业推广多重阻碍，依托成熟理论框架规范制约因素分析逻辑，提升研究解释力与理论深度。

2. 敖汉旗智慧农业技术推广应用现状

当前敖汉旗智慧农业推广处于试点探索阶段，推广主体以政府农牧部门、规模化种植合作社、农业产业化龙头企业为主，推广的技术类型主要涵盖四大类：一是农业环境监测技术，在部分玉米、杂粮种植核心区部署了土壤墒情监测站、气象监测站，能够实时采集土壤湿度、温度、降水量、风速等生产环境数据，为种植主体提供灌溉、施肥决策参考；二是病虫害智能识别技术，依托移动端应用程序，种植户可上传作物病虫害图片，系统自动识别病虫害类型并给出防治方案，降低了病虫害诊断的专业门槛；三是农机智能调度技术，部分规模化生产主体为大型农机安装了定位与作业监测设备，能够实现耕地、

播种、收割等作业环节的精准调度与作业质量追溯；四是农产品溯源技术，在部分绿色有机杂粮生产基地应用了溯源码体系，消费者可扫码查看农产品从种植到加工、流通的全流程信息，提升了敖汉杂粮的品牌溢价能力[2]。

从应用覆盖来看，当前敖汉旗智慧农业技术主要应用于规模化生产主体，小农户的应用占比极低，技术应用的经济效益尚未得到充分显现，整体推广进度慢于预期。

3. 基于 TOE-TAM 双理论框架的敖汉旗智慧农业推广制约因素分析

3.1. 数字基础设施短板约束

从 TOE 框架技术维度来看，区域数字硬件基础、适配本地产业的技术产品共同构成第一层推广约束。敖汉旗地貌类型复杂，丘陵、山地、沙地占比较高，耕地分布较为分散，涉农数字基础设施建设成本高、覆盖难度大。一方面，部分偏远种植区域的移动网络信号覆盖不足，尤其是丘陵沟壑区、山地种植区的 4G 信号稳定性较差，5G 网络尚未实现涉农区域的规模化覆盖，智慧农业设备的数据传输需求无法得到有效满足，直接限制了智慧设备的部署范围。另一方面，涉农数据整合共享机制尚未建立，当前农牧、水利、气象、自然资源等部门的涉农数据分散存储，缺乏统一的农业大数据平台实现数据的互联互通，不同来源的数据标准不统一、更新不同步，无法为智慧农业技术的应用提供系统的数据支撑，导致智慧设备的决策参考精准度不足，降低了技术的应用价值。此外，智慧农业设备的后期运维体系缺位，当前敖汉旗缺乏专业的智慧农业设备运维服务主体，设备出现故障后无法得到及时维修，部分试点区域的设备因故障长期闲置，进一步影响了经营主体的应用意愿[2]。

3.2. 经营主体认知与应用能力不足

分析 TOE 框架组织维度短板与 TAM 技术接受模型两大核心变量，既体现本地农业经营组织整体薄弱的客观现状，也反映农户感知有用性、感知易用性不足的主观采纳障碍。敖汉旗农业生产经营主体以小农户为主，受年龄结构、文化水平等因素限制，对智慧农业技术的认知度与接受度普遍较低。从认知层面来看，多数小农户对智慧农业的技术原理、应用价值缺乏了解，认为智慧农业是“高端技术”，成本高、实用性不强，存在“不会用、不敢用”的心理，更倾向于采用传统的种植管理经验，对新技术的接受意愿较低。从 TAM 模型视角分析，该现象本质是农户感知有用性偏低，难以直观判断新技术能够带来增产增收收益，进而排斥新技术。从应用能力来看，智慧农业技术的操作需要具备一定的数字素养，而敖汉旗农村青壮年劳动力大量外流，留守从事农业生产的劳动力以中老年群体为主，文化水平普遍偏低，对智能手机、智能设备的操作能力不足，无法熟练掌握智慧农业设备的操作流程与数据解读方法，进一步限制了智慧农业技术向小农户层面的渗透。这一现实对应 TAM 模型中感知易用性不足，操作门槛过高强化农户“技术难上手”的主观判断，而感知易用性不足会进一步压低感知有用性，形成负向循环。此外，部分规模化生产主体对智慧农业的应用也存在认知偏差，仅关注设备采购环节，缺乏对数据的深度分析与应用，导致智慧设备的作用没有得到充分发挥，投入产出比不及预期，也影响了其他主体的应用积极性。

3.3. 技术产品与旱作农业适配性不强

现有市场化技术产品与本地旱作杂粮生产场景匹配度不足，从技术供给端制约推广。当前市场上的智慧农业技术产品大多针对平原地区的规模化设施农业开发，与敖汉旗旱作农业的生产特征适配性不足。首先，敖汉旗以旱作雨养农业为主，灌溉条件较差，现有多数智慧灌溉、施肥决策模型是基于灌溉农业区域的生产条件开发的，无法适配旱作农业“靠雨补水”的生产特征，给出的决策参考不符合当地实际

生产需求,技术实用性不足。其次,敖汉旗种植作物以谷子、高粱、荞麦等杂粮作物为主,现有病虫害智能识别、作物长势监测等模型主要针对水稻、小麦、玉米等主粮作物开发,针对杂粮作物的训练样本不足,识别准确率较低,无法满足杂粮种植的技术需求。第三,敖汉旗耕地分散,地块规模小,多数大型智慧农机、规模化监测设备不适用于小地块的生产场景,而适配小地块的小型智慧设备供给不足,且价格偏高,经营主体的采购负担较重。

3.4. 资金与人才支撑体系缺位

资金、人才要素短板属于 TOE 框架环境维度外部约束,资源供给不足构成智慧农业规模化推广的外部环境瓶颈。智慧农业技术的推广应用需要大量的资金与专业人才支撑,当前敖汉旗相关要素供给存在明显短板。资金层面,智慧农业设备采购、平台建设的前期投入较高,而敖汉旗地方财政实力有限,针对智慧农业推广的补贴资金规模较小,仅能覆盖部分试点项目的设备采购成本,缺乏对经营主体应用智慧农业技术的长期补贴支持,小农户与中小型合作社难以承担设备采购与运维成本,导致技术推广的覆盖面难以扩大。同时,针对智慧农业项目的金融产品供给不足,银行等金融机构缺乏适配智慧农业项目的信贷产品,经营主体的融资渠道狭窄,进一步限制了技术的推广应用。人才层面,敖汉旗农牧部门缺乏智慧农业相关的专业技术人才,基层农技推广人员对数字技术的了解不足,无法为经营主体提供专业的技术指导与培训;同时,当地难以吸引智慧农业领域的高端人才落地,技术研发、运维、推广等环节的人才缺口较大,无法支撑智慧农业技术的大规模推广应用[3]。

4. 敖汉旗智慧农业技术推广应用的提升路径

4.1. 完善涉农数字基础设施建设

针对 TOE 技术维度数字基建、技术适配不足的客观约束,从网络、大数据平台、运维体系三方面补齐硬件支撑。针对敖汉旗耕地分布特征,梯度推进涉农数字基础设施覆盖,为智慧农业推广提供基础支撑。首先,优先推进种植核心区的移动网络覆盖,加大对偏远丘陵、山地种植区域的 4G 网络基站建设投入,逐步推进 5G 网络在农业产业园、规模化种植基地的覆盖,保障智慧农业设备的数据传输需求。其次,搭建统一的敖汉旗农业大数据平台,整合农牧、气象、水利、自然资源等部门的涉农数据,统一数据标准,建立数据动态更新机制,实现数据的互联互通与共享开放,为智慧农业技术的应用提供系统的数据支撑,提升智慧设备决策参考的精准度[3]。第三,建立智慧农业设备运维服务体系,由政府牵头,联合设备供应商、本地信息化服务企业,建立覆盖乡镇的运维服务站点,为经营主体提供设备维修、升级等服务,降低设备运维成本,保障设备的正常使用[4]。具体落地执行方案:分三年阶梯式推进涉农网络工程,第一年完成谷子、高粱万亩核心种植片区 4G 信号补强,消除山地种植区信号盲区;第二年为连片千亩以上规模化合作社配套低成本 5G 微型基站;第三年全面覆盖偏远山地杂粮种植地块。大数据平台采用“政府投资建设、本地信息企业运营”模式,面向农户、合作社免费开放墒情、气象基础数据,杂粮产销、精准种植等增值分析服务实行低年费运营模式,保障平台长期可持续运维。乡镇运维站点由政府购买市场化服务,每个站点配置 1 名专职运维人员,设备基础检修免费,零部件仅收取成本价,同步上线微信报修小程序,24 小时接收农户设备故障反馈,48 小时内上门检修。

4.2. 强化经营主体智慧农业应用能力培育

针对回应 TOE 组织薄弱问题与 TAM 感知有用性、易用性不足的微观心理问题,面对不同类型的经营主体,开展分层分类的智慧农业技术培训,提升经营主体的认知度与应用能力。一方面,加大智慧农业技术的宣传力度,通过村屯广播、宣传栏、现场观摩会等形式,用通俗易懂的语言向小农户宣传智慧

农业技术的应用效果与收益,选择部分应用成效明显的示范户进行现身说法,打消小农户的顾虑,提升其接受意愿[5]。该举措核心作用是提升农户 TAM 模型中的感知有用性。另一方面,建立分层培训体系,针对基层农技推广人员,定期开展数字技术、智慧农业相关的专业培训,提升其技术指导能力;针对规模化生产主体,开展智慧设备操作、数据分析应用等专项培训,引导其深度挖掘数据价值,提升技术应用的投入产出比;针对小农户,开展智能手机应用、简易智慧设备操作等基础培训,简化技术操作流程,开发适老化的操作界面,降低技术应用门槛。简化操作、适老化改造能够有效改善农户感知易用性,打破感知有用性与易用性的负向循环。同时,培育一批智慧农业示范户、示范合作社,发挥其辐射带动作用,引导更多经营主体应用智慧农业技术[6]。细化落地举措:落实“一镇一智慧农业示范基地”建设要求,每个乡镇筛选 2~3 户杂粮种植大户作为示范样板,春播、夏管、秋收三季组织周边农户现场观摩,示范户每年给予每亩 50 元技术应用专项补贴。培训采用“田间实操 + 晚间短课堂”模式,面向中老年农户压缩单次培训时长至 1 小时内,配套大字图文操作手册,推行农技人员包村一对一上门指导。建立“基层农技员 + 数字技术专员”结对帮扶机制,每两名基层农技人员匹配一名外包信息化专员,常态化下乡解决农户设备操作难题。鼓励村集体牵头组建农户共享设备联合体,统一采购田间监测设备,农户按种植面积分摊小额使用费,降低单户购置成本。

4.3. 开发适配旱作农业特征的智慧技术产品

针对 TOE 技术维度本地技术适配性差的短板,定向研发杂粮、旱作专用技术产品。针对敖汉旗旱作农业与杂粮种植的产业特征,加大适配性技术产品的研发与推广。首先,联合高校、科研机构,针对敖汉旗旱作雨养农业的生产特征,优化土壤墒情监测、灌溉施肥决策等模型,提升技术产品与旱作农业的适配性;针对杂粮作物,加大样本采集与模型训练力度,提升病虫害识别、长势监测的准确率,开发适配杂粮种植的智慧农业技术产品[7]。其次,针对敖汉旗地块规模小的特征,研发推广成本较低、操作简便的小型智慧农业设备,降低经营主体的采购与使用成本[8]。第三,探索符合当地实际的智慧农业应用场景,优先推广投入小、见效快的技术类型,如病虫害智能识别、气象灾害预警等轻量级应用,让经营主体能够快速获得技术应用收益,提升其应用积极性[9]。定向落地实施方案:旗农牧局与内蒙古农业大学农学院签订三年杂粮数字化专项合作协议,组建专属研发专班,组织基层农技人员下乡采集谷子、高粱、荞麦等本地杂粮病虫害高清图像,搭建敖汉旗本地化杂粮病虫害图像数据库,累计采集训练样本不少于一万张,优化杂粮病虫害识别算法,校企联合开发微信轻量化识别小程序,无需下载独立 App,农户微信扫码即可上传作物病害图片,系统自动匹配本地数据库输出识别结果与适配旱作杂粮的防治方案,小程序面向农户永久免费开放识别功能,依托页面农资广告、杂粮产销对接信息获取运营收益,覆盖小程序维护、数据库更新成本,不向种植户收取任何识别服务费,推广工作分三阶段稳步落地,当年春夏季为第一阶段,在小米核心种植区免费投放小程序二维码,开展田间现场识别演示,次年进入第二阶段,依托各村合作社批量投放小型墒情监测设备,推行设备租赁模式,第三年联动敖汉杂粮龙头加工企业,将智慧种植监测数据纳入杂粮溯源体系,实现数字化种植杂粮品牌溢价,反向激励农户主动使用适配型智慧技术,针对小地块生产场景同步引入微型墒情监测仪、小型田间气象站,政府出台购机百分之五十财政补贴政策,针对十亩以下小农户推出按月租赁模式。

4.4. 健全多元资金与人才供给体系

针对 TOE 环境维度资金、人才要素短缺的外部约束,完善多元支撑体系。加大要素支撑力度,建立多元的资金与人才供给体系,为智慧农业推广提供保障。资金层面,加大地方财政对智慧农业推广的投入力度,扩大补贴覆盖范围,不仅补贴设备采购环节,还对设备运维、技术应用等环节给予适当补贴,

降低经营主体的使用成本[10];鼓励金融机构开发适配智慧农业项目的信贷产品,降低信贷门槛,为经营主体应用智慧农业技术提供资金支持;积极引导社会资本参与敖汉旗智慧农业建设,探索政府与社会资本合作的建设运营模式,减轻财政负担[11]。人才层面,完善人才引育政策,加大对智慧农业专业人才的引进力度,给予落户、住房、薪酬等方面的优惠政策,吸引专业人才落地;与高校、职业院校开展合作,定向培养智慧农业技术应用、运维等方面的本土人才[1];建立柔性引才机制,邀请相关领域的专家定期到敖汉旗开展技术指导与培训,解决技术应用过程中的难题[12]。资金端细化举措:每年设立200万元智慧农业专项财政资金,补贴覆盖设备采购、设备运维、技术培训、示范基地四大板块,小农户单户最高补贴3000元,合作社年度补贴上限5万元;联合本地农商行推出专属“智慧农贷”,最高贷款额度20万元,年利率下调1个百分点,凭土地流转合同、设备采购凭证即可申请,无需大额不动产抵押;面向数字农业企业开放杂粮溯源、墒情监测增值数据服务,引入社会资本共建田间监测站点,企业负责设备运维,政府提供场地、农户资源,运营收益政企4:6分成。

人才端细化举措:出台数字农业人才引进专项政策,引进杂粮数字化、农业大数据专业人才发放3万元一次性安家补贴,每月发放1200元生活补助;与赤峰农牧职业学院开设敖汉智慧农业定向班,每年定向输送15名本土设备运维人才,毕业后优先分配至乡镇运维站点;建立高校专家季度下乡机制,邀请专家每季度下乡开展2次集中技术会诊,搭建线上专家咨询微信群,全天候解答农户、合作社技术难题。

5. 结论

智慧农业技术的推广应用是敖汉旗推动农业现代化转型、提升旱作农业综合生产能力的重要路径。当前敖汉旗智慧农业推广处于试点探索阶段,面临基础设施短板、经营主体应用能力不足、技术适配性不强、要素支撑缺位等多重制约因素[13]。未来需要结合敖汉旗旱作农业的产业特征,从基础设施建设、经营主体培育、适配技术研发、要素供给保障等方面协同发力,逐步破解推广过程中的阻碍,推动智慧农业技术向更广范围、更深层次应用,为敖汉旗农业高质量发展、乡村振兴战略实施提供有力支撑。

从理论层面看,本文将TOE宏观系统框架与TAM微观技术接受模型相结合,形成“外部环境约束+内部采纳心理”一体化分析框架,完整解释北方旱作杂粮产区智慧农业推广的多重阻滞机制。研究表明,智慧农业推广困境是外部技术、组织、环境多重约束与农户主观感知缺陷共同作用的结果,仅依靠完善硬件、资金等外部要素无法从根本上解决推广难题,必须同步改善农户对技术的感知有用性与易用性。本研究拓展了TOE-TAM双模型在旱作农业、杂粮特色农业场景的应用,为同类北方旱作粮食主产区智慧农业推广研究提供可复用的标准化理论分析范式。

参考文献

- [1] 隋虹杰,王立新,葛占宇,等.赤峰市高粱产业调研分析及发展建议[J].东北农业科学,2022,47(3):65-69.
- [2] 索良喜,徐峰,薛中原,等.乡村振兴背景下敖汉小米区域品牌竞争力提升路径[J].现代农业科技,2026(10):177-182.
- [3] 何玮,曾晓彬.技术赋能下我国智慧农业研究的图景与进路[J/OL].河北农业大学学报(社会科学版),1-12.
<https://link.cnki.net/urlid/13.1431.C.20260616.1726.006>,2026-07-01.
- [4] 袁航.智慧农业在江苏省的应用实效探析[J].现代农业科技,2026(11):1-4.
- [5] 潘昌奇.农业技术推广在农业种植发展中的重要性及应用[J].优质农产品,2026(6):87-89.
- [6] 孙德国.关于农业现代化技术对经济发展推动作用的深入探究[J].农民致富之友,2026(16):162-164.
- [7] 孙超.智慧农业技术推广对农业规模化经营的影响研究[J].农村经营管理,2026(5):49-52.
- [8] 李然.智慧农业技术对农村经济高质量发展的影响与路径分析[J].山西农经,2026(9):63-65.
- [9] 高越红,张菡之.智慧农业技术应用于全产业链的现状研究:以山东设施蔬菜为例[J].山西农经,2026(9):157-160.

-
- [10] 黄楠, 孟蕾, 刘德芬, 等. 菏泽市智慧农业发展的现状审视、瓶颈剖析与路径优化研究[J]. 村委主任, 2026(9): 269-271.
 - [11] 李银. 智慧农业技术赋能乡村振兴的创新路径研究[J]. 农业开发与装备, 2026(5): 60-62.
 - [12] 宫凤学. 农业技术推广现状与发展[J]. 北京农业, 2014(3): 261.
 - [13] 冯莉莉, 张影, 刘旭, 等. 智慧农业赋能农业经济增长的传导机制与路径策略探析[J]. 中国农村科技, 2026(6): 6-7.