

农业节水技术采纳行为的影响因素 ——基于保护动机理论和跨理论模型

邢霞¹ 修长百^{1,2*} 闫晔¹

(1. 内蒙古农业大学 经济管理学院, 呼和浩特 010010;

2. 内蒙古农牧业科学院, 呼和浩特 010010)

摘要 为探讨认知因素在农户农业节水行为形成过程中发挥的作用, 基于保护动机理论和行为变化的跨理论模型分析框架, 运用广义有序 logit 回归模型实证分析了农户认知因素对节水技术采纳行为的影响。结果表明: 1) 农户认知对农业节水技术采纳行为意向具有统计显著影响。高感知严重性、感知脆弱性、自我效能和反应效能将导致更高水平的农业节水技术行为意向; 回报因子和反应成本对农户节水技术采纳行为意向具有显著负向影响。2) 农户所处的行为阶段不同, 各认知因素对农业节水技术采用决策的影响存在异质性, 对于处于预思考阶段农户, 保护动机模型变量均是影响其行为意向的激励因素; 对于处于沉思阶段的农户, 感知脆弱性、自我效能和反应成本是影响其行为意向的主要动机; 处于准备阶段的农户受感知脆弱性、回报因子和反应效能的影响较大; 而对于处于行动阶段的农户, 感知严重性、感知脆弱性、反应成本和回报因子是促使其持续采用农业节水技术的关键预测因子。因此, 政府应根据农户不同的意愿行为阶段制定针对性、差别化的激励策略, 从而促进农户农业节水技术采纳行为意向。

关键词 农业节水技术; 认知因素; 保护动机理论; 跨理论模型; 广义序数 logit 模型

中图分类号 F326.11; F323.213

文章编号 1007-4333(2022)01-0274-13

文献标志码 A

Influencing factors on agricultural water saving technology adoption behavior:

Based on the protection motivation theory and transtheoretical model

XING Xia¹, XIU Changbai^{1,2*}, YAN Ye¹

(1. School of Economics and Management, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010010, China;

2. Inner Mongolia Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences, Hohhot 010010, China)

Abstract To explore the role of cognitive factors in the formation of farmers' agricultural water-saving behavior, based on the theory of protection motivation and cross theoretical model, this study analyzes the impact of farmers' cognitive factors on water-saving technology adoption behavior by using generalized ordinal logit regression model. The results show that: 1) Farmers' cognition has a statistically significant impact on the adoption behavior intention of agricultural water-saving technology. Higher perceived severity, perceived vulnerability, self-efficacy and response efficiency lead to higher level of agricultural water-saving technology behavioral intention. Return factor and reaction cost have significant negative impact on farmers' adoption behavior intention of water-saving technology. 2) The behavior stages of farmers are different, and the influence of cognitive factors on the decision-making of agricultural water-saving technology is heterogeneous. For the farmers at the pre-thinking stage, the variables of protection motivation model are

收稿日期: 2021-04-14

基金项目: 国家自然科学基金应急项目(71940018); 内蒙古哲学社会科学规划项目(2019 NDB068); 内蒙古自治区 2019 年博士研究生科研创新资助项目(B201911154R)

第一作者: 邢霞, 讲师, 主要从事资源与环境经济研究, E-mail: 476608408@qq.com

通讯作者: 修长百, 教授, 主要从事农村牧区综合发展研究, E-mail: xchangbai@imau.edu.cn

the incentive factors affecting their behavior intention; For the farmers at the meditation stage, perceived vulnerability, self-efficacy and reaction cost are the main motivations that affect their behavior intention; Farmers at the preparation stage are greatly affected by perceived vulnerability, return factor and response efficiency; For the farmers at the action stage, perceived severity, perceived vulnerability, reaction cost and return factors are the key predictors to promote the sustainable use of agricultural water-saving technology. Therefore, to promote farmers' behavior intention of agricultural water-saving technology adoption, the government should formulate targeted and differentiated incentive strategies according to farmers' different stages of willingness and behavior.

Keywords agricultural water saving technology; cognitive factors; protection motivation theory; transtheoretical model; generalized ordered logit model

水资源是农业生产的核心要素,以水资源短缺为特征之一的水要素变化已成为制约我国农业可持续发展与粮食安全的重要因素^[1]。我国作为农业大国,农业用水约占用水总量的60%,部分地区甚至高达90%以上^[2],但与此同时,农业用水效率低下(约为0.54),仅为发达国家水平的67%~77%^[3]。此外,未来气候变化将进一步要求农业生产者提高灌溉用水效率,从而减少对水作为输入性资源的依赖^[4]。可见,加快农业节水技术推广应用,实现农业水资源高效利用已迫在眉睫。

农业节水技术是推动现代农业发展和节约型社会建设的关键要素。研究表明,农业节水技术的采用可以在不降低农作物产量的前提下减少水资源投入,同时还可以提高用水效率,在相同水耗的情况下提高作物产量^[5-6]。然而,以滴灌和喷灌为代表的农业节水技术在我国农村采用率较低,应用范围有限。这引起了学者们对如何促进农业节水技术采纳决策的关注。研究发现,个体禀赋(如性别、年龄、教育水平)、家庭特征(如收入、农业劳动力、社会资本)、用水环境因素(如水价、水系统)以及政府政策因素(如技术补贴、技术推广)等是影响农户采纳农业节水技术的主要原因^[7-10]。随着研究的深入,学者们发现农户行为决策比纯粹的经济理性所展现的更为复杂,农户行为决策也取决于心理认知因素。此后,部分学者开始关注社会心理因素对技术采纳决策和采纳行为的影响,如通过构建农户行为理论、计划行为理论以及规范激活理论等概念框架分析农户节水意识、环保认知、风险感知、主观规范等心理特征因素对决策行为的影响^[11-16]。但这些研究多聚焦于某类特定因素对决策行为的作用,未能同时考虑农户对不良行为的威胁评估和对适应性行为的应对评估^[17]。为此,本研究引入保护动机理论。相较于上述理论,保护动机理论采用了更广泛的预测因子集,可以增强我们对不确定性环境下亲环境行为的激励

因素的理解^[18]。同时它不仅关注行为的个体成本,类似于计划行为理论,而且还考虑了行为的反应效能等方面^[19]。此外,已有涉及农户技术采纳行为决策的研究视角较为单一,往往将农户的决策行为看作是一次性的横断面的分类变量,这种分类法仅反映了农户当前的决策行为,未能将农户决策行为按照纵向的变化阶段进行区分,忽视了农户决策行为是一个连续变化的动态过程。而跨理论模型(TTM)可以有效解释农户对技术逐渐采用的趋势,比传统的分类法更为详细地捕捉农户技术采纳的过程^[20]。

鉴于此,本研究将在一个以阶段为基础的框架内,引入保护动机理论,系统探讨农户节水技术采纳行为过程中处于不同阶段的个体对哪种认知因子更为敏感,从而找出有效促进节水技术采纳行为的触发因素,以期对农户技术采纳行为研究进行可能性的丰富和补充,为后续制定更为有效的农业节水技术推广政策提供理论指导。

1 理论分析

1.1 保护动机理论与农户节水技术采纳行为

保护动机理论(PMT)由Rogers^[21]基于健康信念模型提出,最早应用于解释恐惧诉求对健康态度和行为的影响,后来在亲环境行为方面的应用越来越普遍^[19-20],用于解释认知调节过程与亲环境适应性行为的关系。该理论认为个体行为产生的原因实质上是由认知调节过程决定^[22],即环境和个体中的有关信息引发个体出现威胁评估和应对评估两个交互作用的认知过程,进而形成保护动机并产生相应的行为^[23]。

威胁评估反映了个体根据感知到的严重性、脆弱性和回报因子对威胁程度进行评估。在本研究中,威胁评估来自于漫灌的行为后果,包括水资源环境恶化及由此引发的对自身生存的威胁,还包括过

度农业灌溉用水产生的高额水价。感知严重性是指个体对大水漫灌对其自身财产和福利的危害程度的评估。感知脆弱性评估个体对上述威胁的敏感程度^[24]。回报因子是个体对漫灌行为的回报感知。

应对评估描述了个体对其应对感知威胁并因此避免某种风险的能力的评估^[25],包括自我效能、反应效能和反应成本。其中,自我效能感是个体对应对威胁采取保护措施或行动的能力的判断^[26],即个体对能否采用农业节水技术措施的感知。反应效能强调适应性行为的有效性,即适应性行为能够减少或避免现有风险。反应成本是指与节水灌溉适应性行为相关的各种感知成本,如时间、金钱或精力等^[27]。

1.2 跨理论模型与农户节水技术采纳过程

跨理论模型(TTM)认为个体行为改变是一个循序渐进的过程^[28],涉及4个阶段,即预思考、沉思、准备和行动^[20]。处于预思考阶段的个体对当前行为的负面后果不了解,在可预见的未来也不打算改变当前行为^[29]。在沉思阶段,个体会意识到问题所在,并开始平衡参与行动的成本和收益^[30]。准备阶段是行为改变的好处已显现,个体对新行为进行了初步的计划和尝试^[31]。行动阶段是个体行为已开始改变,但屈服于旧行为的风险较高,需要外界的帮助和支持才能持续该行为^[32]。TTM主要用于解释与人类健康相关的行为变化,如吸烟,体育锻炼,体重控制等,近年来该理论也被用于分析与环境行为相关的心理变化^[33]。类似的,基于跨理论模型阶

段的观点我们分析了农户对农业节水技术逐步采纳的过程。

1.3 研究假设

本研究同时吸收了保护动机理论和跨理论模型的思想,将农户农业节水技术采纳决策描述为通过对威胁评估和应对评估两方面权衡后的结果。农户对漫灌所造成的水资源环境恶化的认知程度会促进他们为缓解水资源短缺而思考、准备或采纳农业节水技术。同时不同认知因素的有效性又会因个体所处的决策阶段而不同。整合保护动机理论和跨理论模型可以更全面地了解对于处于不同决策阶段的农户,哪个认知变量在激励个体行为方面最有效^[22],从而对处于不同阶段的个体进行差别化的政策干预。相关研究也表明,个体行为所处的阶段不同,在特定的时间点,不同的干预措施和行动的有效性也可能不同^[34],而对处于不同阶段的个体进行差别化的政策干预会出现更好的效果。

基于上述分析,构建了农户农业节水技术采纳概念框架(图1)。该框架结合了保护动机理论和跨理论模型中的元素,由6个自变量和包含4个阶段的因变量组成。在概念框架的基础上,提出以下研究假设:

H1:农户认知对农业节水技术采纳行为意向具有显著影响,但方向不确定。

H2:农户行为意向所处的阶段不同,各认知因素的影响作用也不同。

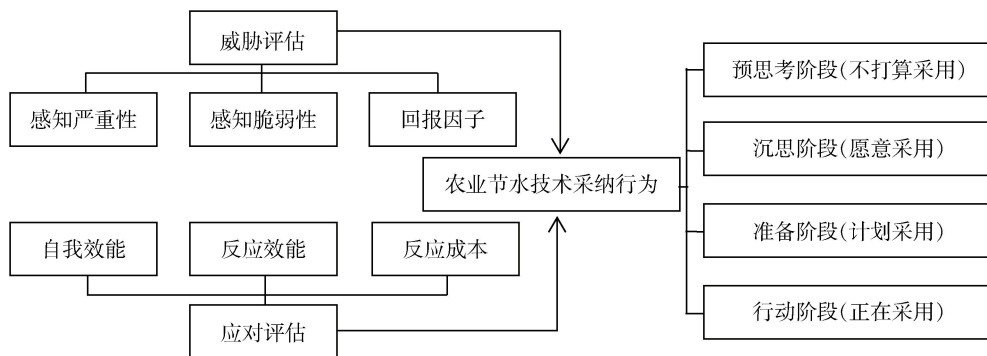


图1 概念框架

Fig. 1 Conceptual framework

2 研究设计

2.1 数据来源

本研究数据来源于“奈曼旗乡村振兴与可持续发展”课题组2020年对奈曼旗农户的入户调查。奈

曼旗位于内蒙古自治区通辽市的西南部,科尔沁沙地南缘,属于北温带大陆性半干旱季风气候。该区域水资源供需矛盾突出,2018年全旗供水量为4.10亿 m^3 ,其中地下供水量为4.03亿 m^3 ,远超过于3.67亿 m^3 的地下水可开发利用量。全旗经济社会

用水总量为 4.08 亿 m^3 ，其中农业用水量所占比例较大，约占用水总量的 93.13%，而农业灌溉用水占农业用水总量的比重高达 89.96%。可见，全旗水资源供需矛盾主要集中在农业，开展系列农业节水工程，发展高效节水农业已成为缓解奈曼旗水资源供需矛盾的必然选择。调研区域涉及奈曼旗 15 个苏木乡镇，291 个嘎查村，内容围绕受访农户个人及家庭基本信息、农业生产和农业用水等方面展开。最终获得有效调查问卷 1 307，问卷有效率为 83.57%。

2.2 变量设置

被解释变量。本研究界定的农业节水技术包括节水灌溉工程技术(如滴灌、喷灌、涌泉灌、低压管灌和渠道衬砌等)，农艺节水技术(如水肥一体化技术、抗旱剂、土壤保水剂等)以及生物节水技术(如种植节水或抗旱作物)。在实际调查过程中，通过农户对“在不久的将来我不打算采用上述农业节水技术”(预思考阶段)，“我愿意采用农业节水技术”(沉思阶段)，“我计划采用农业节水技术”(准备阶段)，“我正采用农业节水技术”(行动阶段)这 4 个问题的回答对农户的农业节水技术行为变化阶段进行划分，4 个阶段分别对应赋值 1~4。

核心解释变量。基于保护动机理论，借鉴已有研究设计^[17,19]，并结合调研区域内农户农业节水技术实际采纳情况，设计出感知严重性、感知脆弱性、自我效能、反应效能、反应成本和回报因子 6 个模型变量和 16 个测量题项。所有测量题项均采用 Likert 5 级量表进行测度，1~5 分别代表受访户对每个题项的认同程度，数值越大，代表受访户对相应题项的认同程度越高。

控制变量。梳理并参考已有文献^[9,11,13]，本研究从农户个体特征、家庭特征及外部环境等方面综合考察其他可能影响农户采纳农业节水技术的因素。农户个体特征变量包括性别、年龄、受教育程度。家庭特征变量包括家里有无村干部成员、农业劳动力占比、耕地破碎化程度、农业收入占比。外部环境变量为有无政府推广服务。各变量的设定和赋值见表 1。

2.3 样本特征分析

2.3.1 农业节水技术采纳行为分析

表 1 给出了各变量的均值和标准差。可以看出，农户节水技术采纳行为的平均值为 2.23，表明受访农户整体处于愿意采用和计划采用之间。图 2

进一步展示了不同类型农业节水技术各指标题项得分频数统计结果，可以发现，对于节水灌溉工程技术，有 31.98% 的农户处于预思考阶段，表示“不打算采用”，仅有 8.19% 的农户处于行动阶段。对于农艺节水技术，70.31% 的农户处于预思考阶段，26.01% 的农户处于沉思阶段或准备阶段，仅有 3.67% 的农户处于行动阶段。对于生物节水技术，接近 13% 的农户处于行动阶段，46.29% 的农户处于预思考阶段。整体来看，样本农户对节水灌溉工程技术的采纳意愿更为强烈，表明样本区域推广与应用农业节水灌溉技术主要为工程技术，但实际采纳率仍较低，实施程度还有待进一步加强。

2.3.2 个体及家庭特征分析

由表 1 可知：受访者以男性为主，占 68.09%；平均年龄约为 46 岁；平均受教育年限为 7.3 年；绝大部分受访户家中无村干部成员，有村干部成员的农户家庭占比为 11.09%。样本农户平均耕地破碎化程度为 0.402 hm^2 ，表明农业生产以小规模为主。平均农业劳动力占比为 76.48%，平均农业收入占比为 73.13%，反映出当前农村农户兼业化趋势显现。有政府推广服务的比例为 20.12%。

2.4 模型设定

本研究中因变量的设定是依据跨理论模型得出，预思考阶段、沉思阶段、准备阶段和行动阶段构成了一个有序的变量结构。当因变量为有序类别变量时，普遍采用 Ordered Logit 模型进行估计。然而，经验表明，该模型的经典假设即平行线假设经常被违背^[35]。当平行线假设被违背时，Ordered Logit 模型则不再适用，而广义有序 Logit 模型不受该假设的限制，并能够充分反映因变量的次序信息，使估计结果更为准确^[36]。广义有序 Logit 模型设计如下：

$$P(Y_i > j | X) = g(X\beta_j) = \frac{\exp(\alpha_j + X_i\beta_j)}{1 + \exp(\alpha_j + X_i\beta_j)} \quad (1)$$

式中： j 为农业节水技术逐步采纳过程阶段类别， $j=1,2,\dots,4$ ； i 为农户； X_i 为影响因素的集合； α_j 为常数项； β_j 为待估计系数。

因变量 Y_i 的概率分布函数为：

$$\begin{cases} P(Y_i = j) = 1 - g(X_i\beta_1), j = 1 \\ P(Y_i = j) = g(X_i\beta_{j-1}) - g(X_i\beta_j), j = 2, \dots, M-1 \\ P(Y_i = j) = g(X_i\beta_{M-1}), j = M \end{cases} \quad (2)$$

表1 变量说明及统计性描述
Table 1 Descriptive statistics of variables

变量 Variable	变量定义及赋值 Variable definition and assignment	均值 Mean	标准差 Standard deviation
农业节水技术采纳行为 Adoption behavior of agricultural water saving technology	不打算采用=1;愿意采用=2;计划采用=3;正在采用=4	2.234	1.038
核心解释变量 Core explanatory variables			
感知严重性(1~5) Perceived severity	漫灌造成水资源浪费,不严重=1;不太严重=2;一般=3;较为严重=4;非常严重=5	3.281	1.132
	漫灌造成自家灌溉费用增加,不严重=1;不太严重=2;一般=3;较为严重=4;非常严重=5	3.219	1.063
	漫灌破坏土壤质量(次生盐碱化或结板),不严重=1;不太严重=2;一般=3;较为严重=4;非常严重=5	3.366	1.142
感知脆弱性(1~5) Perceived vulnerability	漫灌造成水资源浪费的可能性,不可能=1;不太可能=2;一般=3;比较可能=4;非常可能=5	2.559	0.934
	漫灌造成自家灌溉费用增加的可能性,不可能=1;不太可能=2;一般=3;比较可能=4;非常可能=5	2.970	0.937
	漫灌破坏土壤质量的可能性,不可能=1;不太可能=2;一般=3;比较可能=4;非常可能=5	3.265	1.028
自我效能(1~5) Self efficacy	有能力学会并采纳农业节水技术,非常不同意=1;不同意=2;一般=3;比较同意=4;非常同意=5	3.384	0.979
	有时间学会并采纳农业节水技术,非常不同意=1;不同意=2;一般=3;比较同意=4;非常同意=5	3.193	1.017
	有资源和机会学会并采纳农业节水技术,非常不同意=1;不同意=2;一般=3;比较同意=4;非常同意=5	3.580	0.978
反应效能(1~5) Response efficiency	采用农业节水技术可以增加农作物产量,非常不同意=1;不同意=2;一般=3;比较同意=4;非常同意=5	3.496	0.986
	采用农业节水技术可减少所需劳动力,非常不同意=1;不同意=2;一般=3;比较同意=4;非常同意=5	3.524	0.980
	采用农业节水技术可提高种植收入,非常不同意=1;不同意=2;一般=3;比较同意=4;非常同意=5	3.434	1.005

表 1(续)

变量 Variable	变量定义及赋值 Variable definition and assignment	均值 Mean	标准差 Standard deviation
反应成本(1~5) Reaction cost	农业节水技术会花费更多金钱,非常不同意=1; 不同意=2;一般=3;比较同意=4;非常同意=5	3.090	1.023
	漫灌成本更低,非常不同意=1;不同意=2;一般=3; 比较同意=4;非常同意=5	2.982	1.147
回报因子(1~5) Return factor	漫灌操作更简单,非常不同意=1;不同意=2; 一般=3;比较同意=4;非常同意=5	3.117	1.131
	漫灌更省时间,非常不同意=1;不同意=2;一般=3; 比较同意=4;非常同意=5	2.823	1.401
控制变量 Control variable			
性别 Gender	男=1;女=0	0.681	0.466
年龄 Age	实际年龄	46.040	11.656
受教育程度 Education	实际受教育年限	7.300	2.943
家中有无村干部 Village cadres	有=1;无=0	0.111	0.314
农业劳动力占比 Proportion of agricultural labor	农业劳动力/家庭人口规模	0.765	0.309
耕地破碎化程度 Fragmentation degree of cultivated land	家庭耕地面积/地块数	0.402	0.388
农业收入占比 Proportion of agricultural income	农业收入/家庭总收入	0.731	0.310
政府推广服务 Government promotion services	有=1;无=0	0.201	0.401

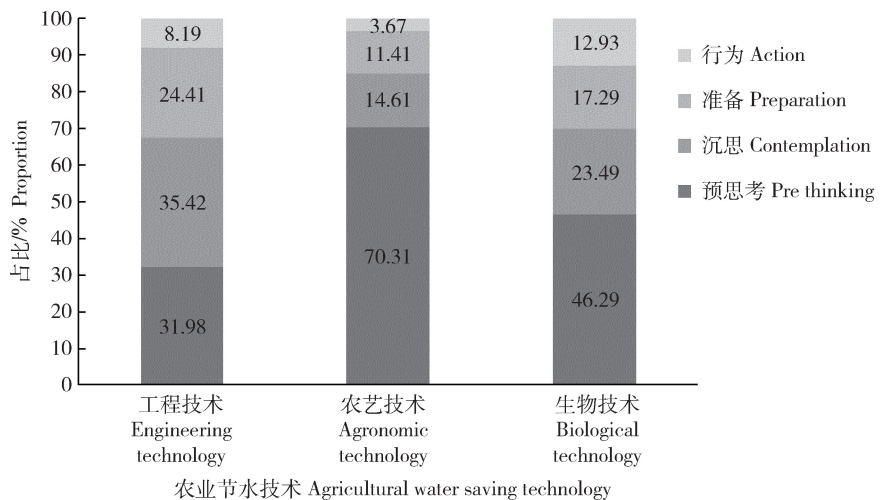


图 2 农业节水技术采纳得分频数统计图

Fig. 2 Statistical chart of adoption score frequency of agricultural water saving technologies

3 结果与分析

3.1 模型检验

本研究中,感知严重性、感知脆弱性、自我效能、反应效能及回报因子均以潜变量的形式测量。因此,在进行实证检验前需对指标数据进行信度和效度检验。表2结果显示,各潜变量的克朗巴哈信度系数(Cronbach's α)均在0.60之上,表明各潜变量内部一致性达到了可接受的水平。同时,每个测量

指标的因子载荷均在0.50以上,表明所有测量指标均能较好地反映其对应潜变量的基本情况。表3模型平行性检验结果显示,对方程进行的检验在1%的水平被拒绝,说明平行性假设不成立,为此采用广义有序Logit模型进行估计。进一步得出广义有序Logit模型拟合信息,结果显示,不含控制变量的方程和含控制变量的方程对应的P值均小于0.01,模型通过卡方检验,表明两方程总体显著,模型拟合效果较好,可以对模型展开进一步分析。

表2 农户认知因素验证性因子分析及信度检验结果

Table 2 Results of confirmatory factor analysis and reliability test of cognitive factors of farmers

潜变量 Latent variable	测量指标 Measurement index	因素负荷量 Factor load	Cronbach's α 系数 Cronbach's α coefficient
感知严重性 Perceived severity	漫灌造成水资源短缺	0.890	0.685
	漫灌造成自家灌溉费用增加	0.868	
	漫灌破坏土壤质量	0.579	
感知脆弱性 Perceived vulnerability	漫灌造成水资源短缺的可能性	0.756	0.675
	漫灌造成自家灌溉费用增加的可能性	0.828	
	漫灌破坏土壤质量的可能性	0.754	
自我效能 Self efficacy	有能力学会并采纳农业节水技术	0.846	0.741
	有时间学会并采纳农业节水技术	0.838	
	有资源和机会学会并采纳农业节水技术	0.750	
反应效能 Response efficiency	采用农业节水技术可以增加农作物产量	0.891	0.864
	采用农业节水技术可减少所需劳动力	0.893	
	采用农业节水技术可提高种植收入	0.876	
回报因子 Return factor	漫灌成本更低	0.733	0.667
	漫灌操作更简单	0.786	
	漫灌更省时间	0.808	

3.2 广义有序Logit模型估计结果分析

通过对表4分析,可以得出:农户认知因素对农业节水技术采纳行为具有显著影响。威胁评估中的感知严重性和感知脆弱性,应对评估中的自我效能和反应效能等变量在不同程度上显著为正,表明这些变量与农户的节水技术采纳行为之间存在正向相关的关系,具体表现为高感知严重性、高感知脆弱性、高自我效能和高反应效能将导致更高水平的行为意向。威胁评估中的回报因子和应对评估中的反应成本变量显著且其系数均为

负值,表明较高的回报因子和反应成本会降低农户处于更高采纳阶段的可能性,研究假设H1得到验证。进一步还可以发现,从预思考阶段到沉思阶段等级的提升关键取决于反应成本。与其他相邻技术采纳等级相比,感知脆弱性、自我效能和反应效能的提高对促进行为等级实现从沉思阶段向准备阶段的提升效应较大。感知严重性越高的农户实现从准备阶段向行动阶段提升的概率越高。而回报因子的增加会抑制农户从准备阶段向行动阶段行为的转变。

表 3 模型平行性检验及拟合信息结果

Table 3 Results of model parallelism test and fitting information

指标 Index	模型平行性检验 Model parallelism test		模型拟合信息 Model fitting information	
	零假设 Null hypothesis	广义 Generalized	不含控制变量 Without control variables	含控制变量 With control variables
	对数似然值 Log Likelihood	-1 748.707	-1 649.644	-1 590.455
Chi-square		167.300	316.500	483.760
自由度 df Freedom df		12	18	42
显著性 Sig Significance Sig		0.000	0.000	0.000
样本量 Sample size	1 307	1 307	1 307	1 307

从控制变量的估计结果来看,年龄在模型(1)中显著为正,这一结论与普遍研究结论相反,但与王桂荣等^[37]研究结论相一致。究其原因可能是,长期务农经历使得年龄较高的农民拥有较为丰富农业生产经验,同时也能够更好的掌握节水技术实施技巧,因而其采纳农业节水技术的意愿和行为可能性不断增大^[13]。受教育程度通过了显著性检验,且符号为正,表明受教育程度越高的农户更倾向于采纳农业节水技术,这可能是由于较高的受教育程度意味着较高的知识储备,此类农户更易于从长远角度考虑农业节水技术所能带来的益处以及更容易理解和掌握技术采用的要领和方法,从而促进其对技术的采纳意愿和行为。家中有无村干部通过了1%的显著性检验且系数为正,即家中有村干部成员的农户更倾向于采用农业节水技术,原因是村干部作为村里的带头人,有较高的思想觉悟,较为支持和拥护政府推广的农业节水技术。政府推广服务系数显著为正,表明获得政府推广服务的农户,其对于农业节水技术的采纳意愿越强烈,采纳行为概率也越大。这是因为在信息不完全的情况下,政府推广服务一方面加深了农户对农业节水技术的认知,另一方面通过实物补贴和现金补贴等政策激励性措施,减少了农户自身投入负担,从而刺激了农户的潜在需求。此外本研究没有发现性别、农业劳动力占比和农业

收入占比变量与农业节水技术逐步采纳行为之间的显著相关关系,这与高杨等^[38]的研究结论较为一致。其原因可能为受访者主要为男性,同时家庭经济来源主要以农业为主,家庭农业劳动力占比和农业收入占比普遍较大且差异较小,导致控制效果不明显。

3.3 边际效应分析

边际效应反映了在其他变量保持不变的情况下,某自变量的变化对农户选择不同农业节水技术采纳阶段概率的影响。受限于篇幅,本研究仅列出农户认知对农业节水行为在均值处的边际效应,模型估计结果如表5所示。可以看出,感知严重性、感知脆弱性、自我效能、反应效能、反应成本及回报因子对处于预思考阶段的农户来说,均是影响其行为意向的激励因素,但相对而言,感知严重性(OR = -0.063, $P < 0.01$)和反应成本(OR = 0.083, $P < 0.01$)对处于预思考阶段的农民来说很重要。因此,增加农民对漫灌后果严重性的认知和减低农户对技术采纳成本感知是改变预思考阶段农民行为意向的关键动因。在沉思阶段,感知脆弱性、自我效能和反应成本均通过了1%的显著性检验,且感知脆弱性和反应成本的系数为负,表明随着二者的感知程度提高,农户处于沉思阶段的概率显著降低。自我效能感在该阶段系数为正,表明自我效能感提高,导致

表4 农业节水技术采纳行为的广义有序Logit模型估计结果

Table 4 Estimation results of generalized ordered logit model for adoption behavior of agricultural water saving technology

变量 variable	模型(1) Model (1)		模型(2) Model (2)		模型(3) Model (3)	
	系数 Coefficient	标准误 Standard error	系数 Coefficient	标准误 Standard error	系数 Coefficient	标准误 Standard error
感知严重性 Perceived severity	0.247***	0.064	0.303***	0.064	0.625***	0.119
感知脆弱性 Perceived vulnerability	0.066	0.067	0.542***	0.066	0.441***	0.090
自我效能 Self efficacy	0.110	0.073	0.162**	0.070	-0.104	0.102
反应效能 Response efficiency	0.168**	0.071	0.355***	0.074	0.111	0.119
反应成本 Reaction cost	-0.366***	0.068	-0.056	0.063	-0.164 [△]	0.088
回报因子 Return factor	-0.187***	0.064	-0.259***	0.063	-0.353***	0.095
性别 Gender	0.001	0.135	0.044	0.131	-0.102	0.191
年龄 Age	0.022***	0.006	0.006	0.006	0.013	0.009
受教育程度 Education	0.209***	0.025	0.124***	0.023	0.097***	0.034
家中有无村干部 Village cadres	1.228***	0.263	0.567***	0.201	0.885***	0.224
农业劳动力占比 Proportion of agricultural labor	0.008	0.225	0.157	0.219	0.627 [△]	0.335
耕地破碎化程度 Fragmentation degree of cultivated land	0.017	0.012	-0.006	0.011	0.009	0.015
农业收入占比 Proportion of agricultural income	-0.046	0.212	0.214	0.205	0.103	0.317
政府推广服务 Government promotion services	0.355**	0.173	0.355**	0.153	0.711***	0.197

注:①***、**和*分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著;②模型(1)为“预思考”阶段相比于“沉思”、“准备”和“行动”阶段,模型(2)为“预思考”和“沉思”阶段相比于“准备”和“行动”阶段,模型(3)为“预思考”、“沉思”和“准备”阶段相比于“行动”阶段。

Note: ①***, **, and * represent the significant of 1%, 5%, and 10%, respectively; ② Model (1) is the “pre thinking” stage compared with the “meditation”, “preparation” and “action” stages; model (2) is the “pre thinking” and “meditation” stage compared with the “preparation” and “action” stages; model (3) is the “pre thinking”, “meditation” and “preparation” stage compared with the “action” stage.

农户技术采纳行为发生的概率显著增加。对于处于准备阶段的农户来说,感知脆弱性、反应效能是影响农户技术采取的重要触发因素,表明处于该阶段的农户会更多的考虑自身采用漫灌的方式带来的消极影响和采纳农业节水技术带来效果。此外,回报因子也是在这个阶段激励行为意向的因素。对于处于行动阶段的农户来说,感知严重性、感知脆弱性、反应成本和回报因子是影响他们采用农业节水技术的主要动力。具体来看感知严重性和感知脆弱性增加了农民实施农业节水技术的行为意向,而反应成本

和回报因子则抑制了这种行为意向。研究假设 H2 得到验证。

3.4 稳健性检验

为检验上述估计结果的可靠性,借鉴刘丹等^[39]界定方法,采用由得分加总法获得的核心解释变量再次估计农户认知对农业节水技术采纳行为的影响。回归结果(表6)显示,感知严重性、感知脆弱性、自我效能、反应效能和回报因子变量均通过显著性检验,与之前的回归结果较为一致,可以认为本研究结论是稳健的。

表 5 农户农业节水技术采纳行为边际效应

Table 5 Marginal effect of farmers' agricultural water saving technology adoption behavior

变量 Variable	预思考阶段 Pre-thinking stage	沉思阶段 Contemplation stage	准备阶段 Preparation stage	行动阶段 Action stage
感知严重性 Perceived severity	-0.063(0.012)***	-0.008(0.011)	0.004(0.014)	0.068(0.011)***
感知脆弱性 Perceived vulnerability	-0.031(0.012)**	-0.077(0.010)***	0.063(0.012)***	0.044(0.009)***
自我效能 Self efficacy	-0.025(0.014)*	0.040(0.013)***	-0.013(0.014)	-0.002(0.010)
反应效能 Response efficiency	-0.055(0.013)***	-0.010(0.012)	0.057(0.016)***	0.008(0.012)
反应成本 Reaction cost	0.083(0.013)***	-0.066(0.012)***	0.005(0.013)	-0.022(0.008)**
回报因子 Return factor	0.033(0.012)***	0.022(0.012)*	-0.022(0.012)*	-0.034(0.009)***

注：①***、**和*分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著；②括号内为标准误。

Note: ①***, **, and * represent the significant of 1%, 5%, and 10%, respectively; ②The standard deviation are shown in brackets.

表 6 稳健性检验

Table 6 Robustness check

变量 Variable	模型(1) Model (1)		模型(2) Model (2)		模型(3) Model (3)	
	系数 Coefficient	标准误 Standard error	系数 Coefficient	标准误 Standard error	系数 Coefficient	标准误 Standard error
感知严重性 Perceived severity	0.242***	0.073	0.291***	0.073	0.629***	0.133
感知脆弱性 Perceived vulnerability	0.090	0.090	0.720***	0.088	0.579***	0.121
自我效能 Self efficacy	0.187*	0.092	-0.115**	0.087	0.231	0.190
反应效能 Response efficiency	0.207**	0.081	0.406***	0.084	-0.004	0.135
反应成本 Reaction cost	-0.369***	0.069	-0.063	0.063	-0.188*	0.088
回报因子 Return factor	-0.197***	0.067	-0.263***	0.065	-0.363***	0.099

注：受限于篇幅，本研究仅列出核心解释变量的稳健性检验估计值。

Note: Limited by space, this study only lists the robustness test estimates of the core explanatory variables.

4 结论与政策启示

与现有的从一次性横断面视角研究农户技术采纳行为影响因素的文献不同,本研究基于跨理论模型,将农户决策行为按照纵向的变化阶段进行区分,从而更为详细地捕捉农户技术采纳的连续变化过程。进一步采用广义有序 logit 回归模型分析了保护动机理论各认知因素对不同阶段农户节水技术采纳行为的影响,主要结论如下:第一,农户认知因素对农业节水技术采纳行为意向具有统计显著影响。高感知严重性、感知脆弱性、自我效能和反应效能将导致更高水平的农业节水技术行为意向;回报因子及反应成本对农户节水技术采纳行为意向具有显著负向影响。第二,农户所处的行为阶段不同,各认知因素对农业节水技术采用意愿行为的影响存在异质性。对于处于预思考阶段的农户来说,感知严重性、感知脆弱性、自我效能、反应效能、反应成本及回报因子均是影响其行为意向的激励因素。对于处于沉思阶段的农户来说威胁评估中的感知脆弱性、应对评估中的自我效能和反应成本是影响其行为意向的主要动机。处于准备阶段的农户受威胁评估中的感知脆弱性、回报因子和应对评估中的反应效能的影响较大。而对于处于行动阶段的农户来说,威胁评估变量和应对评估中的反应成本是促使其持续采用农业节水技术的关键影响因素。

基于以上结论,本研究得出农民对农业节水技术采纳行为差异不仅受到社会经济变量的影响,还受到认知因素的影响,且在不同的行为阶段,各认知因素对节水技术采用意愿行为影响存在差异。因此,要根据农户不同的意愿行为特征,制定针对性、差别化的激励策略。同时,考虑到认知因素具有较强的可塑性,因此,旨在激发农民技术采纳行为的政策措施应重点通过宣传、培训等手段改变农户的心理认知,最终提升节水技术采纳行为。对于处于整个节水技术采纳行为改变过程初期(沉思阶段)的农户个体,由于应对评估的影响大于威胁评估,因此对于处于该阶段的农户应重点通过定期和不定期的组织农业节水技术培训,让农户深刻了解农业节水技术的采用成本、使用效果和使用方法,切实提高技术使用的感知价值水平和技术操作水平,同时通过制定有针对性的鼓励采用农业节水技术的补贴形式和补贴数量,为农户农业节水技术采纳提供实用型的经济支撑,消除技术使用的成本瓶颈,提高技术采纳

的主动性和积极性。对于处于整个节水技术采纳行为改变过程中后期(准备阶段和行动阶段)的农户个体,由于威胁评估的影响大于应对评估,因此对于处于这两个阶段的农户应重点提高其对水资源稀缺情况和大水漫灌危害的认知水平。具体可通过建立水情信息公开平台和微信公众号等,加大对水资源稀缺性、水位和水量下降宣传力度,提高农户水资源稀缺认知水平和大水漫灌的危害性认识,进而提高其节水技术的采纳意向。而对于处于整个技术采纳行为改变过程早期(预思考阶段)的农户而言,全方位的调节农户认知水平更有利于其技术采纳决策平衡向正向的行为改变。

参考文献 References

- [1] 佟金萍, 马剑锋, 王慧敏, 秦腾, 刘高峰. 农业用水效率与技术进步: 基于中国农业面板数据的实证研究[J]. 资源科学, 2014, 36(9): 1765-1772
Tong J P, Ma J F, Wang H M, Qin T, Liu G F. Agricultural water use efficiency and technical progress in China: Based on agricultural panel data[J]. *Resources Science*, 2014, 36(9): 1765-1772 (in Chinese)
- [2] 张华, 王礼力. 中国农业水贫困评价及时空特征分析[J]. 资源科学, 2019, 41(1): 75-86
Zhang H, Wang L L. Evaluation and spatio-temporal analysis for agricultural water poverty in China[J]. *Resources Science*, 2019, 41(1): 75-86 (in Chinese)
- [3] 中华人民共和国水利部. 2019年中国水资源公报[M]. 北京: 水利水电出版社, 2020
Ministry of Water Resources of the People's Republic of China. *China Water Resources Communique 2019*[M]. Beijing: Water resources and Hydropower Press, 2020 (in Chinese)
- [4] Wheeler S A, Zuo A, Loch A. Watering the farm: Comparing organic and conventional irrigation water use in the Murray-Darling Basin, Australia[J]. *Ecological Economics*, 2015, 112: 78-85
- [5] Genius M, Koundouri P, Nauges C, Tzouvelekas V. Information transmission in irrigation technology adoption and diffusion: Social learning, extension services, and spatial effects[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2014, 96(1): 328-344
- [6] Zhao Z H, Xia L L, Jiang X, GAO Y. Effects of water-saving irrigation on the residues and risk of polycyclic aromatic hydrocarbon in paddy field[J]. *Science Total Environment*, 2018, 618: 736-745
- [7] 王金霞, 徐志刚, 黄季焜, Scott Rozelle. 水资源管理制度改革、农业生产与反贫困[J]. 经济学(季刊), 2005(4): 189-202
Wang J X, Xu Z G, Huang J K, Scott R. Water management

- reform, agricultural production, and poverty reduction[J]. *China Economic, Quarterly*, 2005(4): 189-202 (in Chinese)
- [8] 王格玲, 陆迁. 社会网络影响农户技术采用倒 U 型关系的检验: 以甘肃省民勤县节水灌溉技术采用为例[J]. *农业技术经济*, 2015(10): 92-106
- Wang G L, Lu Q. Test of inverted U-shaped relationship between social network and farmers' technology adoption: A case study of water saving irrigation technology adoption in Minqin County, Gansu Province[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2015(10): 92-106 (in Chinese)
- [9] 刘静, 陆秋臻, 罗良国. “一提一补”水价改革节水效果研究[J]. *农业技术经济*, 2018(4): 126-135
- Liu J, Lu Q Z, Luo L G. The effect of “collect then refund” water-pricing mechanism on irrigation water consumption[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2018(4): 126-135 (in Chinese)
- [10] Cremades S R, Wang J, Morris J. Policies, economic incentives and the adoption of modern irrigation technology in China[J]. *Earth System Dynamics*, 2015, 6: 399-410
- [11] 张益, 孙小龙, 韩一军. 社会网络、节水意识对小麦生产节水技术采用的影响: 基于冀鲁豫的农户调查数据[J]. *农业技术经济*, 2019(11): 127-136
- Zhang Y, Sun X L, Han Y J. The effects of social network and water saving awareness on wheat production water-saving technology adoption: Based on the farmer household survey data from Hebei, Shandong and Henan provinces[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2019(11): 127-136 (in Chinese)
- [12] 耿飙, 罗良国. 种植规模、环保认知与环境友好型农业技术采用: 基于洱河流域上游农户的调查数据[J]. *中国农业大学学报*, 2018, 23(3): 164-174
- Geng B, Luo L G. Farm size, perception on environmental protection and adoption of environmental-friendly agricultural technology: Based on survey data from the farmers in the upper reaches of Erhai watershed [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2018, 23(3): 164-174 (in Chinese)
- [13] 贺志武, 胡伦, 陆迁. 农户风险偏好、风险认知对节水灌溉技术采用意愿的影响[J]. *资源科学*, 2018, 40(4): 797-808
- He Z W, Hu L, Lu Q. Influence of farmer's risk preference and risk perception on water-saving irrigation technology adoption[J]. *Resources Science*, 2018, 40(4): 797-808 (in Chinese)
- [14] Zhong F, Li L, Guo A, Song X, Cheng Q, Zhang Y, Ding X. Quantifying the influence path of water conservation awareness on water-saving irrigation behavior based on the theory of planned behavior and structural equation modeling: A case study from northwest China [J]. *Sustainability*, 2019, 11(18): 1-16
- [15] Giovanni P, Plerluigi T, Cristian R, Paolo M P, Alessandro P M. Determinants of farmers' intention to adopt water saving measures: Evidence from Italy [J]. *Sustainability*, 2017, 9(77): 1-14
- [16] 王璇, 张俊飏, 何可, 何培培. 风险感知、公众形象诉求对农户绿色农业技术采纳度的影响[J]. *中国农业大学学报*, 2020, 25(7): 213-226
- Wang X, Zhang J B, He K, He P P. Influence of risk perception and public image appeal on the acceptability of farmers's green agriculture technology[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2020, 25(7): 213-226 (in Chinese)
- [17] 张娇, 李世平, 郭悦楠. 基于保护动机理论的农户亲环境行为影响因素研究: 以秸秆处理为例[J]. *干旱区资源与环境*, 2019, 33(5): 8-13
- Zhang J, Li S P, Guo Y N. Study on the influencing factors of farmers' environmental behavior based on the protection motivation theory[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2019, 33(5): 8-13 (in Chinese)
- [18] Bockarjova M, Steg L. Can protection motivation theory predict pro-environmental behavior: Explaining the adoption of electric vehicles in the Netherlands[J]. *Global Environmental Change*, 2014, 28(4): 276-288
- [19] Keshavarz M, Karani E. Farmers' pro-environmental behavior under drought: Application of protection motivation theory [J]. *Journal of Arid Environments*, 2016, 127(4): 128-136
- [20] Michels M, Hobe C V, Musshoff O. A trans-theoretical model for the adoption of drones by large-scale German farmers[J]. *Journal of Rural Studies*, 2020, 75: 80-88
- [21] Rogers R W. A Protection motivation theory of fear appeals and attitude change[J]. *Journal of Psychology Interdisciplinary & Applied*, 1975, 91(1): 93
- [22] 王崇梁. 健康行为改变过程中信息的框架效应研究[D]. 长春: 吉林大学, 2019
- Wang C L. Study on message framing effects in the process of health behavior change[D]. Changchun: Jilin University, 2019 (in Chinese)
- [23] 曹锦丹, 王崇梁. 健康行为改变不同阶段的信息框架效应概念模型研究[J]. *图书情报工作*, 2019, 63(5): 23-31
- Cao J D, Wang C L. Conceptual model of information framing effects in different stages of health behavior change [J]. *Library and Information Service*, 2019, 63(5): 23-31 (in Chinese)
- [24] Gebrehiwot T, Veen A V D. Farmers prone to drought risk: Why some farmers undertake farm-level risk-reduction measures while others not[J]. *Environmental Management*, 2015, 55(3): 588-602
- [25] Woon I M Y, Tan G W, Low R T. A protection motivation theory approach to home wireless security [C] Singapore: International Conference on Information Systems, 2005: 367-375
- [26] Ifinedo P. Understanding information systems security policy compliance: An integration of the theory of planned behavior and the protection motivation theory [J]. *Computers & Security*, 2012, 31(1): 83-95
- [27] Bubeck P, Botzen W, Kreibich H, Aerts J. Detailed insights

- into the influence of flood-coping appraisals on mitigation behaviour[J]. *Global Environmental Change*, 2013, 23(5): 1327-1338
- [28] Andersson A. Is climate morality the answer: Preconditions affecting the motivation to decrease private car use [J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2020, 78, DOI: 10.1016/j.trd.2019.11.027
- [29] Block L G, Keller P A. Beyond protection motivation: An integrative theory of health appeals[J]. *Journal of Applied Social Psychology Journal of Applied Social Psychology*, 2010, 28(17): 1584-1608
- [30] Christina T, Butzmann E. Motivating pro-sustainable behavior: The potential of green events: A case study from the Munich Streetlife Festival[J]. *Sustainability*, 2018, 10(10): 3731
- [31] Olsson L E, Huck J, Friman M. Intention for car use reduction: Applying a stage-based model [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018, 15: 216
- [32] Mair J, Laing J H. Encouraging pro-environmental behaviour: The role of sustainability-focused events [J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2013, 21(8): 1113-1128
- [33] Tobler C, Visschers V H M, Siegrist M. Eating green: Consumers' willingness to adopt ecological food consumption behaviors[J]. *Appetite*, 2011, 57(3): 674-682
- [34] Prochaska J O, Diclemente C C. Transtheoretical therapy: Toward a more integrative model of change[J]. *Psychotherapy Theory Research & Practice*, 1982, 19(3): 276-288
- [35] Long J S, Freese J. *Regression Models for Categorical Dependent Variable Using Stata* [M]. 3rd ed. Texas: Stata Press, 2003
- [36] 纪龙, 徐春春, 李凤博, 方福平. 农地经营对水稻化肥减量投入的影响[J]. *资源科学*, 2018, 40(12): 2401-2413
Ji L, Xu C C, Li F B, Fang F P. Impact of farmland management on fertilizer reduction in rice production [J]. *Resources Science*, 2018, 40(12): 2401-2413 (in Chinese)
- [37] 王桂荣, 王慧军, 张新仕, 王晓夕, 李敏, 李英杰. 小麦玉米复种区域高效用水技术模式采用机理分析: 基于河北平原农户调研数据[J]. *农业技术经济*, 2017(6): 108-117
Wang G R, Wang H J, Zhang X S, Wang X X, Li M, Li Y J. Mechanism analysis of high efficient water use technology mode in wheat and corn multiple cropping region: Based on the survey data of farmers in Hebei Plain [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2017(6): 108-117 (in Chinese)
- [38] 高杨, 牛子恒. 风险厌恶、信息获取能力与农户绿色防控技术采纳行为分析[J]. *中国农村经济*, 2019(8): 109-127
Gao Y, Niu Z H. Risk aversion, information acquisition ability and farmers' adoption behavior of green control techniques[J]. *Chinese Rural Economy*, 2019(8): 109-127 (in Chinese)
- [39] 刘丹, 陆佳瑶. 金融知识对农户信贷行为的影响研究: 基于代际差异的视角[J]. *农业技术经济*, 2019(11): 18-28
Liu D, Lu J Y. Research on the influence of financial knowledge on farmers' credit behavior: Based on the perspective of intergenerational differences [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2019(11): 18-28 (in Chinese)

责任编辑: 王岩