

引用格式:徐涛,赵敏娟,李二辉,等. 技术认知、补贴政策对农户不同节水技术采用阶段的影响分析[J]. 资源科学, 2018, 40(4): 809-817. [Xu T, Zhao M J, Li E H, et al. The impact of technology perception and subsidy policy on different phases of farmers' water-saving irrigation technology adoption[J]. *Resources Science*, 2018, 40(4): 809-817.] DOI :10.18402/resci.2018.04.14

# 技术认知、补贴政策对农户不同节水技术采用阶段的影响分析

徐 涛<sup>1,2</sup>, 赵敏娟<sup>1,2</sup>, 李二辉<sup>3</sup>, 乔 丹<sup>1,2</sup>

(1. 西北农林科技大学经济管理学院, 杨陵 712100;

2. 西北农林科技大学应用经济研究中心, 杨陵 712100;

3. 清华大学水沙科学与水利水电工程国家重点实验室, 北京 100084)

**摘 要:**探究农户节水技术采用的阶段性特征,对促进其持续采用具有重要意义。本文以滴灌技术为例,结合民勤县354份农户调研数据,运用结构方程模型分析了技术认知与补贴政策认知对农户采用节水技术的不同阶段的影响。结果表明:从初始采用阶段到后续采用阶段,农户感知技术的易用性有所提升,而感知技术的有用性与感知补贴政策的合理性有所下降;感知有用性对农户采用意愿的影响相对于感知易用性有所增强;补贴政策认知对农户采用意愿的影响有所提升,并成为最主要的影响因素。据此建议:技术宣传、培训与田间示范在技术推广中仍有重要意义;进一步加大研发投入,从而提升农户技术采用的效果与持续性;适当调整补贴标准与方式,提高补贴政策的实施效果。

**关键词:**节水灌溉;滴灌技术;技术认知;补贴政策;初始采用阶段;后续采用阶段;民勤县

DOI :10.18402/resci.2018.04.14

## 1 引言

进入21世纪以来,全球范围内的水资源短缺加剧,水资源危机已成为人类面临的重大挑战之一。在中国,农业是耗水最多的产业,占全社会总用水量的63.1%,但由于灌溉方式落后,农田灌溉水有效利用系数仅为0.542,与发达国家的0.700~0.800尚有较大差距<sup>[1]</sup>。尤其在中国西北地区,水资源已成为制约区域农业可持续发展的关键因素。实施节水灌溉作为水资源可持续利用的一种有效手段,在提高农业用水效率和保障生态安全等方面发挥着重要作用<sup>[2,3]</sup>。但在实践中,尽管政府在节水灌溉技术推广方面高度重视,并出台了诸多激励性的政策措施,可节水灌溉技术在中国实际农业生产中的应用并不充分<sup>[4,5]</sup>。

已有研究关注了技术认知和补贴政策对农户节水灌溉技术采用的影响。一方面,农户作为农业生产经营的主体,是新技术的需求者和使用者,对技术采用具有独立的选择权<sup>[6]</sup>,因而有效的技术认知是影响其采用决策的关键因素<sup>[7,8]</sup>。对新技术缺乏认知,易使农户产生畏难和避险情绪,并导致技术推广和采用缓慢<sup>[3,9]</sup>。另一方面,采用新技术往往意味着农户需要承担额外的成本投入和一定的生产风险,这些成本与风险超出了普通农户的承受能力,因而需要一定的补贴予以激励<sup>[10,11]</sup>。

上述研究虽有参考价值,但从长期视角来看,农户采用新的节水灌溉技术是一个多阶段的连续过程,期间伴随着认知变化。目前,已有研究更多关注了农户初次采用行为,而对农户认知变化及后

收稿日期:2017-05-12,修订日期:2017-10-09

基金项目:国家社会科学基金重大项目(15ZDA052)。

作者简介:徐涛,男,河南淮阳县人,博士生,资源经济与环境管理方向。E-mail: xutao\_2013@outlook.com

通讯作者:赵敏娟, E-mail: minjuan\_zhao@nwsuaf.edu.cn

续采用行为的探讨存在不足。然而,多数情况下,农户初次采用某项技术往往具有一定的尝试性,并不稳定<sup>[12]</sup>,使得以此为基础的相关研究具有片面性和有效性不足的问题。此外,已有研究表明,技术采用实践能够加深使用者的心理认识<sup>[13,14]</sup>。例如,在技术采用前,农户或许认为现有补贴政策较为合理,但在技术采用后,其对技术采用的成本收益可能会有更为深入的了解,相应的政策认知也可能发生变化<sup>1)</sup>,进而影响其后续采用行为。同样地,对于技术的易用性和有用性,农户认知在技术采用前后也可能有所不同。因此,有必要基于认知差异区分农户技术采用的不同阶段,从而对技术采用的持续性进行更为深入地探讨<sup>[15]</sup>。

鉴于此,本文将中国典型的干旱半干旱农区——甘肃省民勤县的滴灌技术为例,在划分农户技术采用阶段的基础上,从技术认知和补贴政策认知两方面入手,探究农户技术采用的阶段性特征,以期获得不同阶段农户的认知变化及其对采用意愿的影响差异,从而为相关政策制定提供更多参考依据。

## 2 理论分析与模型构建

### 2.1 技术采用的阶段划分

如图1所示,本文将农户技术采用划分为初始采用阶段和后续采用阶段,并假定技术认知和补贴政策认知受到采用效果的修正和强化,进而影响后期采用决策<sup>[16]</sup>。其中,初始采用阶段是指从农户发

现新技术、认识新技术到初次采用这一阶段,后续采用阶段是指农户初次采用后,调整认知并决定是否继续采用这一阶段。具体来看:在初始采用阶段,农户通过政府推广、亲友推荐等渠道获取技术和政策信息,从而形成最初的技术认知和补贴政策认知,是农户做出初次采用决策的重要参考依据;在后续采用阶段,农户结合自身采用实践进一步修正和强化相关认知,并作为是否继续采用的决策依据。

### 2.2 技术采用的影响因素及理论假说

基于上述分析,本文将重点探究技术认知与补贴政策认知对农户节水技术采用的影响。其中,技术认知包括两个方面,即感知易用性(Perceived Ease of Use, *PEU*)和感知有用性(Perceived Usefulness, *PU*)。其中,感知易用性是指农户对技术的掌握和操作等环节难易程度的认识;感知有用性是指农户对技术采用效果的认识。一般来说,农户认为某一技术越容易掌握与操作,且效果越好,其采用意愿(Willingness to Adopt, *WA*)也就越强<sup>[17,18]</sup>。

据此,本文提出假说1:感知易用性和感知有用性对农户节水技术采用意愿有正向影响,但在不同采用阶段的作用强弱存在差异。

补贴政策认知(Perceived Subsidy Policy, *PSP*)指农户对现行节水技术补贴政策的评价。由于节水技术采用的直接经济收益难以弥补其过高的实施成本<sup>[19]</sup>,因此农户技术采用很大程度上依赖于政府补贴<sup>[10,11]</sup>。在此情形下,农户认为现行补贴政策越合理,其采用意愿也就越强。

据此,本文提出假说2:补贴政策认知对农户节水技术采用意愿有正向影响,但在不同采用阶段的作用强弱存在差异。

此外,本文也纳入了农户环境认知、主观规范及个体特征等因素。其中,环境认知(Environmental Awareness, *EA*)指农户对水资源紧缺、生态环境恶化的认知,以及对实施节水灌溉的重要性的认知。有研究表明,农户既有追求经济收益最大化的经济理性,同时也会考虑自身生产行为的环境效应,并从中获得生态理性带来的满足感<sup>[20-22]</sup>。主观规范(Subjective Norm, *SN*)指农户所处外部社会环

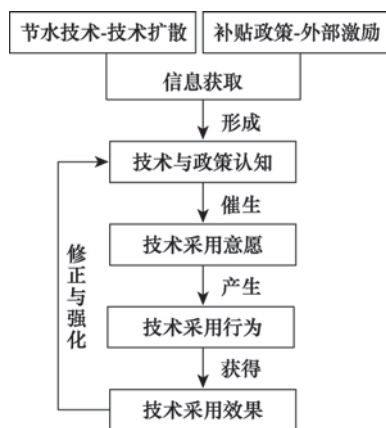


图1 农户节水技术采用的行为过程

Figure 1 The process of household water-saving technology adoption behavior

1) 由于样本农户面临同质性的技术补贴政策,使补贴政策这一影响因素无法直接被纳入到计量模型中,因此本文采用补贴政策认知来对其进行表征。

2018年4月

境对其采用意愿的导向作用,包括周围群众的技术评价、采用状态及政府推广力度等方面<sup>[23]</sup>。有研究发现,农户新技术采用过程中,因自身知识水平和判断能力的局限,其行为方式会在很大程度上受到主观规范的影响<sup>[24,25]</sup>。同时,农户受教育程度、收入水平与地块面积等,也是影响其采用意愿的重要因素<sup>[2,26,27]</sup>,并与技术信息获取、抗风险能力和机械化操作密切相关。

据此,本文提出假说3:环境认知、主观规范及个体特征也会对农户节水技术采用意愿产生影响。

### 2.3 技术采用影响因素分析的结构方程模型

为验证前述理论假说,本文构建了结构方程模型(Structural Equation Modeling)对不同阶段农户节水技术采用意愿进行分析。相比于传统多元回归、Logistic或Probit回归,结构方程模型更适合于分析多原因、多结果及间接影响问题<sup>[27]</sup>,该模型包括结构方程和测量方程两部分,具体形式如下:

$$\eta = B\eta + \Gamma\zeta + \zeta \quad (1)$$

$$x = A_x\zeta + \delta, \quad y = A_y\eta + \varepsilon \quad (2)$$

公式(1)为结构方程,反映潜变量之间的结构关系。式中 $\eta$ 为内生潜变量(即农户节水技术采用意愿); $\zeta$ 为外生潜变量(即农户技术认知、补贴政策认知等); $B$ 和 $\Gamma$ 为路径系数; $\zeta$ 为结构方程的误差项。公式(2)为测量方程,反映潜变量与其观测变量间的线性关系。式中 $x$ 为外生潜变量的观测变量; $y$ 为内生潜变量的观测变量; $A_x$ 和 $A_y$ 分别为观测变量在相应潜变量上的因子载荷矩阵; $\delta$ 和 $\varepsilon$ 分别为相应测量方程的误差项。

## 3 研究区概况与数据来源

### 3.1 研究区域概况

甘肃省民勤县位于河西走廊北部,石羊河流域下游,东、西、北三面被腾格里和巴丹吉林两大沙漠包围,年均降水量仅为110mm,蒸发量高达2644mm,面临严重的水资源紧缺和生态退化问题。由于过度开采地下水,民勤县地下水位已由20世纪50年代的1~5m下降到了12.8~28m,最深已达40m<sup>[28]</sup>。地下水位的不断下降,进一步导致境内乔、

灌木及大片草甸萎缩、枯死,大片绿洲沦为不毛之地,土地荒漠化也因此不断加剧,荒漠边缘以每年8~10m的速度向绿洲推进,最长处每年延伸120m<sup>[29]</sup>。目前,民勤县各类荒漠和沙化土地面积152万hm<sup>2</sup>,占全县土地面积的94.51%<sup>[30]</sup>。自2007年以来,在石羊河流域重点治理项目和中央财政小型农田水利重点县项目的支持下,民勤县开始在全县范围内推广滴灌技术,该技术作为目前世界上最先进的工程节水技术之一,可根据作物需水情况进行精准灌溉,节水效率达20%~50%。但实践中,尽管各级政府的推广力度逐年加大,滴灌技术的采用率却并无显著提升<sup>[31,32]</sup>。

### 3.2 数据来源

课题组于2015年12月对民勤县进行了实地走访调研,实地调研覆盖了具有不同地形、土质、主要农作物和地下水位的乡镇,并根据各乡镇社会经济状况抽取了3~4个行政村。其中,在湖区抽取了红沙梁乡(53份,14.97%)和东湖镇(51份,14.41%),在环河片区抽取了大滩乡(49份,13.84%)和双茨科乡(51份,14.41%),在坝区抽取了薛百乡(49份,13.84%)、大坝乡(54份,15.25%)和苏武乡(47份,13.28%)。共获得有效问卷354份,其中未采用过滴灌技术的农户(即初始采用阶段农户<sup>1)</sup>)有156户,已采用过的农户(即后续采用阶段农户)有198户(55.93%)。为保证数据有效性,调研采取随机抽样和一对一入户访谈的方式,依据就近原则对农户当年生产生活及滴灌技术采用情况进行统计。

### 3.3 变量描述

表1列出了本文结构方程模型所涉及的变量,包括内生潜变量技术采用意愿,外生潜变量感知易用性、感知有用性、补贴政策认知、环境认知和主观规范,以及农户个体特征变量。在观测变量选取方面,本文参考了李后建与乔丹等的研究<sup>[17,27]</sup>,具体问题设置见表1中的变量说明。其中,技术采用意愿的观测变量为 $WA_1$ 、 $WA_2$ 和 $WA_3$ ,分别从意愿、强度及对外推荐力度3个维度选取;感知易用性的观测变量为 $PEU_1$ 、 $PEU_2$ 和 $PEU_3$ ,分别从技术掌握、设备铺设、设备回收的难易程度3个环节选取;感知有用性

1)由于滴灌技术使用过程中需要多个农户共用一套灌溉系统,政府多是连片推广,具有一定的强制性,因此初始采用阶段农户中不存在“已经推广,但拒绝使用的农户”。



表1 结构方程模型变量及其描述统计

Table 1 Variables description and statistics of structural equation modeling

变量		变量说明	初始采用阶段农户		后续采用阶段农户		样本整体	
			均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
采用意愿 (WA)	WA <sub>1</sub>	现行补贴政策下,我愿意(继续)使用滴灌技术	2.699	1.133	2.697	1.348	2.698	1.256
	WA <sub>2</sub>	若优化补贴政策,我愿意(扩大)使用面积	2.994	1.050	2.874	1.302	2.927	1.197
	WA <sub>3</sub>	我会推荐亲朋好友使用滴灌技术	2.481	0.912	2.586	1.158	2.540	1.056
感知易用性 (PEU)	PEU <sub>1</sub>	滴灌技术易于掌握	3.186	1.058	3.904	1.040	3.588	1.106
	PEU <sub>2</sub>	滴灌设备(地膜、毛管等)铺设方便	2.872	1.117	3.717	1.109	3.345	1.188
	PEU <sub>3</sub>	滴灌设备(地膜、毛管等)回收容易	2.846	0.978	3.732	1.087	3.342	1.129
感知有用性 (PU)	PU <sub>1</sub>	滴灌技术的节水效果很好	3.532	0.973	3.116	1.077	3.299	1.051
	PU <sub>2</sub>	滴灌技术的使用能节省一部分劳动力	3.340	0.933	3.136	1.116	3.226	1.043
	PU <sub>3</sub>	滴灌技术能节省化肥的使用量	3.250	0.855	2.990	1.008	3.105	0.951
补贴政策认 知(PSP)	PSP <sub>1</sub>	我认为现有补贴标准合理	3.237	0.812	2.949	0.888	3.076	0.866
	PSP <sub>2</sub>	我认为现有补贴方式合理	3.160	0.807	3.010	0.923	3.076	0.876
	PSP <sub>3</sub>	我认为现有补贴政策整体合理	3.071	0.737	2.899	0.849	2.975	0.805
环境认知 (EA)	EA <sub>1</sub>	我所在的村子灌溉用水很紧张	3.891	1.081	3.874	1.007	3.881	1.039
	EA <sub>2</sub>	我所在村子的地下水位越来越深(机井越打越深)	3.699	1.044	3.687	1.019	3.692	1.029
	EA <sub>3</sub>	节水灌溉技术推广有利于民勤生态环境的改善	3.756	1.018	3.732	0.953	3.743	0.981
主观规范 (SN)	SN <sub>1</sub>	周围的人都愿意使用滴灌技术	2.039	1.071	2.753	1.575	2.438	1.419
	SN <sub>2</sub>	周围使用滴灌技术的人很多	1.923	0.905	2.803	1.605	2.415	1.410
	SN <sub>3</sub>	政府推广节水灌溉技术的力度很大	2.455	1.068	3.126	1.606	2.831	1.432
个体特征	Education	主要家庭成员的最高受教育年限/年	7.974	2.851	7.929	2.804	7.949	2.821
	Income	年度家庭总收入/万元	3.771	2.837	4.673	5.097	4.276	4.270
	Scale	最大地块的面积/hm <sup>2</sup>	0.188	0.235	0.368	0.440	0.289	0.375

的观测变量为  $PU_1$ 、 $PU_2$  和  $PU_3$ , 分别从省水、省力、省肥 3 个维度选取; 补贴政策认知的观测变量为  $PSP_1$ 、 $PSP_2$  和  $PSP_3$ , 分别从补贴标准、补贴方式及政策整体的合理性 3 个维度选取; 环境认知的观测变量为  $EA_1$ 、 $EA_2$  和  $EA_3$ , 分别从用水紧缺程度、地下水位变化及节水技术的环境效应 3 个方面选取; 主观规范的观测变量为  $SN_1$ 、 $SN_2$  和  $SN_3$ , 分别从周围村民的态度、采用状态, 以及政府推广力度 3 个维度选取。基于已有研究经验, 以上观测变量均采用李克特 5 级量表进行测度, 即“非常不同意”(赋值为 1)、“不同意”(赋值为 2)、“一般/说不清”(赋值为 3)、“同意”(赋值为 4)、“非常同意”(赋值为 5)。值得注意的是, 描述统计结果显示, 后续采用阶段农户的感知易用性要高于初始采用阶段农户, 而感知有用性和补贴政策认知则明显低于初始采用阶段农户。可见, 农户采用滴灌技术后, 逐渐认识到技术的掌握和操作要比想象中容易, 但对技术采用效果和补贴政策的满意度有所下降。

### 3.4 信度效度检验

为确保问卷可靠性, 本文采用 Cronbach's Alpha 指数对各潜变量及问卷整体的信度进行了检验。统计软件 SPSS21.0 的运行结果显示, Cronbach's Alpha 值均在 0.8 以上, 表明问卷可靠性较好。进一步, 为衡量问卷整体的内在结构是否合理, 本文对问卷效度进行了检验。结果显示, 各观测变量指标的标准因子载荷系数均在 0.6 以上, 表明观测变量内在一致性较好(表 2)。同时, 三组样本的 KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 值分别为 0.873、0.924 和 0.909, 且 Bartlett 球形检验的近似卡方值均在 1% 水平上显著, 表明问卷效度较好, 适宜做因子分析。

### 3.5 结构方程模型适配度检验

本文运用计量软件 AMOS21.0 分别对初始采用阶段农户、后续采用阶段农户和样本整体进行了参数估计和模型修正, 并相应地命名为初始采用模型、后续采用模型和样本整体模型, 结果如表 3 所示。从模型整体适配度指标来看, 三组模型的绝对拟合

2018年4月

表2 调查问卷的信度与效度检验

Table 2 Validity and reliability test results of survey questionnaire

变量		初始采用阶段农户		后续采用阶段农户		样本整体	
		载荷	Cronbach's Alpha	载荷	Cronbach's Alpha	载荷	Cronbach's Alpha
采用意愿 (WA)	WA <sub>1</sub>	0.810	0.943	0.853	0.966	0.833	0.957
	WA <sub>2</sub>	0.733		0.813		0.780	
	WA <sub>3</sub>	0.725		0.767		0.752	
感知易用性 (PEU)	PEU <sub>1</sub>	0.717	0.907	0.760	0.950	0.874	0.941
	PEU <sub>2</sub>	0.765		0.688		0.910	
	PEU <sub>3</sub>	0.651		0.713		0.902	
感知有用性 (PU)	PU <sub>1</sub>	0.703	0.905	0.821	0.956	0.900	0.939
	PU <sub>2</sub>	0.675		0.857		0.886	
	PU <sub>3</sub>	0.628		0.797		0.867	
补贴政策认知 (PSP)	PSP <sub>1</sub>	0.847	0.908	0.888	0.937	0.877	0.927
	PSP <sub>2</sub>	0.792		0.867		0.842	
	PSP <sub>3</sub>	0.796		0.860		0.853	
环境认知 (EA)	EA <sub>1</sub>	0.913	0.927	0.829	0.876	0.872	0.901
	EA <sub>2</sub>	0.828		0.802		0.806	
	EA <sub>3</sub>	0.836		0.744		0.810	
主观规范 (SN)	SN <sub>1</sub>	0.912	0.927	0.921	0.945	0.929	0.945
	SN <sub>2</sub>	0.848		0.899		0.898	
	SN <sub>3</sub>	0.825		0.838		0.845	
问卷整体 Cronbach's Alpha			0.867		0.885		0.878

表3 结构方程模型适配度指标统计

Table 3 Fitting goodness statistics of structural equation modeling

拟合指数		建议值	初始采用模型	后续采用模型	样本整体模型
绝对拟合 指数	$\chi^2/df$	< 3.00	1.623	2.234	2.967
	RMSEA	≤0.05 良好, ≤0.08 合理	0.063	0.079	0.075
	GFI	≥0.9 优, ≥0.8 尚可接受	0.841	0.875	0.884
	AGFI	≥0.9 优, ≥0.8 尚可接受	0.797	0.825	0.838
相对拟合 指数	NFI	≥0.9 优, ≥0.8 尚可接受	0.897	0.922	0.933
	IFI	≥0.9 优, ≥0.8 尚可接受	0.958	0.955	0.954
	TLI	≥0.9 优, ≥0.8 尚可接受	0.951	0.942	0.942
	CFI	≥0.9 优, ≥0.8 尚可接受	0.957	0.955	0.954

指数和相对拟合指数多在建议的取值范围以内,表明模型整体拟合情况较好,具有良好的解释能力。

#### 4 结果及分析

结构方程模型估计结果如表4所示,从三组模型的未标准化路径系数来看,感知易用性、感知有用性、补贴政策认知、环境认知和主观规范对农户采用意愿的影响均在1%的水平上显著,个体特征对农户采用意愿的影响也均达到了10%及以上的显著水平,表明上述因素对农户技术采用有显著的

正向影响,从而验证了理论假说1和假说2前半部分,以及假说3的成立。对比三组模型的标准化路径系数可以看出,在不同采用阶段,各因素对农户采用意愿的影响存在差异,具体来看:

(1)从技术认知来看,其在不同采用阶段对农户采用意愿的影响不同。在初始采用模型中,感知易用性与感知有用性的标准化路径系数分别为0.246和0.248,表明在初始采用阶段两者对农户技术采用意愿的影响并无明显差异。而在后续采用

表4 结构方程模型估计结果

Table 4 Estimation results of structural equation modeling

路径	初始采用模型		后续采用模型		样本整体模型	
	未标准化系数	标准化系数	未标准化系数	标准化系数	未标准化系数	标准化系数
WA←PEU	0.234***	0.246	0.193***	0.172	0.149***	0.153
WA←PU	0.294***	0.248	0.217***	0.199	0.292***	0.297
WA←PSP	0.433***	0.330	0.394***	0.274	0.440***	0.324
WA←EA	0.215***	0.266	0.229***	0.190	0.219***	0.218
WA←SN	0.284***	0.350	0.179***	0.252	0.187***	0.271
WA←Edu	0.032*	0.105	0.081***	0.205	0.061***	0.172
WA←Income	0.048**	0.158	0.019*	0.091	0.027***	0.115
WA←Scale	0.038**	0.157	0.018***	0.105	0.017**	0.096

注：\*、\*\*、\*\*\*分别代表10%、5%、1%的显著水平。

模型中,感知易用性的标准化路径系数为0.172,明显低于感知有用性的0.199,表明在后续采用阶段感知易用性对农户技术采用意愿的影响要明显低于感知有用性。可见,农户采用滴灌技术后,对技术易用性的关注有所降低,而更加注重技术采用所能带来的实际效果。原因可能在于,农户采用滴灌技术后发现,技术的掌握和操作并没有想象中的困难,但技术采用的效果并未达到预期。

(2)从补贴政策认知来看,从初始采用阶段到后续采用阶段,其对农户采用意愿的影响有所提升。在初始采用模型中,补贴政策认知的标准化路径系数为0.330,低于主观规范的0.350,表明在初始采用阶段补贴政策认知对农户采用意愿的影响要低于主观规范。而在后续采用模型中,补贴政策认知的标准化路径系数为0.274,高于主观规范的0.252,表明在后续采用阶段补贴政策认知对农户采用意愿的影响要高于主观规范。可见,对于未采用过滴灌技术的农户,其采用意愿更多的是受主观规范的影响,而对于已经采用过的农户,其采用意愿则更多的是受到补贴政策认知的影响。原因可能在于,经过自身采用实践,农户发现技术采用的实际效果并不理想,进而开始重新权衡技术采用的成本收益,并把补贴政策当作首要考虑的因素。

以上结果表明,从初始采用阶段到后续采用阶段,随着农户对技术本身和补贴政策的认知深入,两者对技术采用的影响也随之发生变化,从而证实了理论假说1和假说2后半部分的成立。此外,从样本整体的标准化路径系数来看,补贴政策认知

(0.324)对技术采用意愿的影响最大,其次是感知有用性(0.297)和主观规范(0.271),这一结果与初始采用模型和后续采用模型均有差异。由此可见,如果不进行采用阶段的划分,而直接估计样本整体模型,则很可能忽略部分有价值的信息,同时也可能误导研究结论。

## 5 结论与建议

加快节水灌溉技术推广,鼓励农户持续采用,是实现水资源依赖型农业向节水型农业转变的重要途径。本文在划分技术采用阶段的基础上,重点从技术认知和补贴政策认知两方面探讨了农户采用意愿。结果表明,不同采用阶段农户的技术认知和补贴政策认知不同,并且这种认知变化也在农户采用意愿上得到反映。具体结论及政策启示如下:

(1)在技术认知方面,从初始采用阶段到后续采用阶段,农户感知节水技术的易用性有所提升,而感知技术的有用性有所下降,两者对农户采用意愿的影响也逐渐从无差异转变为后者高于前者。实地调研了解,初始采用阶段农户对采用新技术普遍存有畏难情绪,并在技术采用后得到一定的缓解,但由于技术采用效果未达到预期,促使其后续更加关注技术的有用性。因此应进一步加强技术宣传、培训、田间示范,以及技术研发,在帮助初始采用阶段农户克服畏难情绪的同时提升技术采用效果,提高其技术采用的持续性。

(2)在补贴政策方面,后续采用阶段农户感知补贴政策的合理性虽然低于初始采用阶段,但这一因素逐渐成为影响农户采用意愿的最主要因素。

2018年4月

可以看出,技术采用前,农户对补贴政策的认可度相对较高,而在技术采用后农户开始对原有补贴政策产生质疑。鉴于后续采用阶段农户对技术采用成本、收益和风险的认知更加清晰,因此建议未来补贴政策的制定应更多地参考这部分农户的意见,适当调整补贴标准与补贴方式,从而提高政策效果。

### 参考文献(References):

- [1] 中华人民共和国水利部. 2016年中国水资源公报 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2017. [The Ministry of Water Resources of the People's Republic of China. China Water Resources Bulletin 2016 [M]. Beijing: China Water & Power Press, 2017.]
- [2] 徐涛, 姚柳杨, 乔丹, 等. 节水灌溉技术社会生态效益评估—以石羊河下游民勤县为例 [J]. 资源科学, 2016, 38(10): 1925–1934. [Xu T, Yao L Y, Qiao D, et al. Social and ecological benefits evaluation of water-saving irrigation technology adoption in Minqin County [J]. *Resources Science*, 2016, 38(10): 1925–1934.]
- [3] 许朗, 刘金金. 农户节水灌溉技术选择行为的影响因素分析—基于山东省蒙阴县的调查数据 [J]. 中国农村观察, 2013, (6): 45–51. [Xu L, Liu J J. Study on influencing factors of farmer's choice behavior for water-saving irrigation techniques: based on survey data from Mengyin Shandong Province [J]. *China Rural Survey*, 2013, (6): 45–51.]
- [4] 贾蕊, 陆迁. 不同灌溉技术条件下信贷约束对农户生产效率的影响—以甘肃张掖为例 [J]. 资源科学, 2017, 39(4): 756–765. [Jia R, Lu Q. The effects of credit constraints on peasant household production efficiency under different irrigation technologies in Zhangye, Gansu [J]. *Resources Science*, 2017, 39(4): 756–765.]
- [5] 饶静. “项目制”下节水农业建设困境研究—以河北省Z市高效节水农业技术推广为例 [J]. 农业经济问题, 2017, (1): 83–90. [Rao J. Research on the plight of water-saving agriculture construction in China by project system: case of the high-efficiency and water-saving agricultural technology extension in Z city of Hebei Province [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2017, (1): 83–90.]
- [6] Brodt S, Klonsky Y K, Tourte L. Farmer goals and management styles: Implications for advancing biologically based agriculture [J]. *Agricultural Systems*, 2006, 89(1): 90–105.
- [7] 唐博文, 罗小锋, 秦军. 农户采用不同属性技术的影响因素分析—基于9省(区)2110户农户的调查 [J]. 中国农村经济, 2010, (6): 49–57. [Tang B W, Luo X F, Qin J. Analysis of factors influencing farmers using different technologies survey based on 2110 farmers of 9 provinces [J]. *Chinese Rural Economy*, 2010, (6): 49–57.]
- [8] 韩一军, 李雪, 付文阁. 麦农采用农业节水技术的影响因素分析—基于北方干旱缺水地区的调查 [J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2015, (4): 62–69. [Han Y J, Li X, Fu W G. Influencing factors on water-saving technologies adoption by wheat producers: based on an investigation in water shortage areas of northern China [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2015, (4): 62–69.]
- [9] 周末, 刘涵, 王景旭, 等. 农户超级稻品种采纳行为及影响因素的实证研究—基于湖北省农户种植超级稻的调查 [J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2010, (4): 32–36. [Zhou M, Liu H, Wang J X, et al. Empirical study on behavior and influencing factors of farmers' adopting super rice variety [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2010, (4): 32–36.]
- [10] 刘军弟, 霍学喜, 黄玉祥, 等. 基于农户受偿意愿的节水灌溉补贴标准研究 [J]. 农业技术经济, 2012, (11): 29–40. [Liu J D, Huo X X, Huang Y X, et al. Research of the subsidy standard of water-saving irrigation based on farmers' willingness to accept [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2012, (11): 29–40.]
- [11] 丁丽萍, 帅传敏, 李文静, 等. 基于SEM的公众太阳能光伏发电认知和采纳意愿的实证研究 [J]. 资源科学, 2015, 37(7): 1414–1423. [Ding L P, Shuai C M, Li W J, et al. Empirical study on the public's cognition and willingness to adopt solar photovoltaic power generation based on a SEM Model [J]. *Resources Science*, 2015, 37(7): 1414–1423.]
- [12] Bhattacharjee A. Understanding information systems continuance: an expectation-confirmation model [J]. *MIS Quarterly*, 2001, 25 (3): 351–370.
- [13] Limayem M, Cheung C, Chan G. Explaining Information Systems Adoption and Post-Adoption: Toward an Integrative Model [R]. Washington: ICIS 2003 Proceedings, 2003.
- [14] Bagdi G L, Mishra P K, Kurothe R S, et al. Post-adoption behavior of farmers towards soil and water conservation technologies of watershed management in India [J]. *International Soil and Water Conservation Research*, 2015, 3(3): 161–169.
- [15] Spaulding A D, Tudor K W, Mahatanankoon P. The effects of outcome expectations on individual's anxiety and continued usage of mobile devices: a post-adoption study [J]. *International Food and Agribusiness Management Review*, 2015, 18(4): 173–173.
- [16] 曹光乔, 周力, 易中懿, 等. 农业机械购置补贴对农户购机行为的影响—基于江苏省水稻种植业的实证分析 [J]. 中国农村经济, 2010, (6): 38–48. [Qiao G Q, Zhou L, Yi Z Y, et al. Influence of the policy of subsidy for purchasing agricultural machinery to peasant household: based on the empirical analysis of rice planting in Jiangsu Province [J]. *Chinese Rural Economy*, 2010, (6): 38–48.]
- [17] 李后建. 农户对循环农业技术采纳意愿的影响因素实证分析 [J]. 中国农村观察, 2012, (2): 28–36. [Li H J. Empirical study on the influence factors of farmers' adoption willingness of the recycled agricultural technology [J]. *China Rural Survey*, 2012, (2): 28–36.]
- [18] 黄顺铭, 李妍. 移动阅读的“技术接受模型”(TAM)—一个结构方程模型的分析 [J]. 新闻界, 2015, (21): 34–41. [Huang S M, Li Y.



- Technology acceptance model of mobile reading (TAM): based on the structural equation model [J]. *Press Circles*, 2015, (21): 34-41. ]
- [19] 韩青, 谭向勇. 农户灌溉技术选择的影响因素分析 [J]. 中国农村经济, 2004, (1): 63-69. [Han Q, Tan X Y. Analyzing the influence factors of farmers' irrigation technology selection [J]. *Chinese Rural Economy*, 2004, (1): 63-69. ]
- [20] Gintis H. Beyond homo economics: evidence from experimental economics [J]. *Ecological Economics*, 2000, 35(3): 311-322.
- [21] 姚柳杨, 赵敏娟, 徐涛. 经济理性还是生态理性? 农户耕地保护的行为逻辑研究 [J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2016, (5): 86-95. [Yao L Y, Zhao M J, Xu T. Economic rationality or ecological literacy? Logic of peasant households' soil conservation practices [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2016, (5): 86-95. ]
- [22] 李俊利, 张俊飏. 农户采用节水灌溉技术的影响因素分析—来自河南省的实证调查 [J]. 中国科技论坛, 2011, (8): 141-145. [Li J L, Zhang J B. Factors influencing farmers adopting the water-saving irrigation technologies: based on the survey data of Henan [J]. *Forum on Science and Technology in China*, 2011, (8): 141-145. ]
- [23] 杨水清, 鲁耀斌, 曹玉枝. 移动支付服务初始采纳模型及其实证研究 [J]. 管理学报, 2012, 9(9): 1365-1372. [Yang S Q, Lu Y B, Cao Y Z. An empirical study on mobile payment initial adoption [J]. *Chinese Journal of Management*, 2012, 9(9): 1365-1372. ]
- [24] Lu J, Yao J E, Yu C S. Personal innovativeness, social influences and adoption of wireless internet services via mobile technology [J]. *The Journal of Strategic Information Systems*, 2005, 14(3): 245-268.
- [25] 杨唯一, 鞠晓峰. 基于博弈模型的农户技术采纳行为分析 [J]. 中国软科学, 2014, (11): 42-49. [Yang W Y, Ju X F. Analysis of farmers' technology adoption behavior based on game model [J]. *China Soft Science*, 2014, (11): 42-49. ]
- [26] 褚彩虹, 冯淑怡, 张蔚文. 农户采用环境友好型农业技术行为的实证分析—以有机肥与测土配方施肥技术为例 [J]. 中国农村经济, 2012, (3): 68-77. [Zhu C H, Feng S Y, Zhang W W. Empirical study on farmers' adoption of the environment friendly agriculture technology: take the organic fertilizer and soil testing technology as example [J]. *Chinese Rural Economy*, 2012, (3): 68-77. ]
- [27] 乔丹, 陆迁, 徐涛. 社会网络、推广服务与农户节水灌溉技术采用—以甘肃省民勤县为例 [J]. 资源科学, 2017, 39(3): 441-450. [Qiao D, Lu Q, Xu T. Social network, extension service and farmers water-saving irrigation technology adoption in Minqin County [J]. *Resources Science*, 2017, 39(3): 441-450. ]
- [28] 谢臻, 张凤荣, 王瀚巍, 等. 基于节水灌溉技术的民勤绿洲土地利用空间布局和利用方式调整 [J]. 中国农业大学学报, 2017, 22(10): 65-74. [Xie Z, Zhang F R, Wang H W, et al. Adjustment of land use spatial structure and use pattern based on modern agriculture in Minqin oasis [J]. *Journal of China Agriculture University*, 2017, 22(10): 65-74. ]
- [29] 陈杰, 杨太保, 何毅. 石羊河下游民勤土地利用及景观格局动态分析 [J]. 水土保持研究, 2014, 21(6): 251-255. [Chen J, Yang T B, He Y. Analysis on dynamic characteristics of landscape patterns in Minqin of Shiyang river downstream [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2014, 21(6): 251-255. ]
- [30] 于文斌. 民勤县荒漠化草地治理监测与效益评价 [D]. 兰州大学, 2016. [Yu W B. Research on Monitoring and Benefit Assessment of Desertification Grassland Restoration in Minqin County [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2016. ]
- [31] 徐涛, 赵敏娟, 李二辉, 等. 规模化经营与农户“两型技术”持续采纳—以民勤县滴灌技术为例 [J]. 干旱区资源与环境, 2018, (2): 37-43. [Xu T, Zhao M J, Li E H, et al. Scaled operation and continuous adoption of “Two-oriented Technology”—the case of drip irrigation in Minqin County [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2018, (2): 37-43. ]
- [32] 张淑兰. 民勤县高效节水灌溉探讨 [J]. 发展, 2014, (8): 110-110. [Zhang S L. Some discussions of the efficient water-saving irrigation in Minqin County [J]. *Developing*, 2014, (8): 110-110. ]



# The impact of technology perception and subsidy policy on different phases of farmers' water-saving irrigation technology adoption

XU Tao<sup>1,2</sup>, ZHAO Minjuan<sup>1,2</sup>, LI Erhui<sup>3</sup>, QIAO Dan<sup>1,2</sup>

(1. College of Economics and Management Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

2. Applied Economics Research Center, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

3. State Key Laboratory of Hydrosience and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** Agriculture consumes 63.1% of the total water in China, but the effective utilization rate of farmland irrigation water in China is only 0.542 and there exists a huge waste of water resources. Accelerating the promotion of water-saving irrigation technology is an important way for China to realize the transformation from water-dependent agriculture to water-saving agriculture. Here we use the example of drip irrigation technology and structural equation modeling to analyze how technology perception and subsidy policy satisfaction impact the initial phase and follow-up phase of farmers' adoption, based on 354 households' survey data from Minqin County (among them, 156 households have not used drip irrigation and 198 households have adopted). When they adopt technology from the initial phase to the follow-up phase, farmers' perception of ease to use improves, however, their perceived usefulness and subsidy policy rationality decrease. Compared with the perception of ease to use, the influence of perceived usefulness on farmers' willingness to adopt increases, and the influence of subsidy policy on farmers' willingness to adopt is further enhanced. A policy implication is that technology promotion such as advertising activities, training and field demonstration in initial adoption phase are significant in today's technology popularization. More input should be applied into technology research and development to improve the effect and sustainability of technology adopting at the same time. Appropriate adjustment should be given in subsidy standard and manners for improving the implementation effects of subsidy policy, and more attention should be paid to policy requirements of farmers in the follow-up adoption phase, for their opinions on the subsidy standard and means are valuable.

**Key words:** water-saving irrigation; drip irrigation; technology perception; subsidy policy; initial adoption phase; follow-up adoption phase; Minqin County