

引用格式:薛彩霞,黄玉祥,韩文霆.政府补贴、采用效果对农户节水灌溉技术持续采用行为的影响研究[J].资源科学,2018,40(7):1418-1428. [Xue C X, Huang Y X, Han W T. Influence of government subsidies and adoption effect on continuous adoption behavior of water-saving irrigation technology by farmers [J]. *Resources Science*, 2018, 40 (7) : 1418- 1428.] DOI :10.18402/resci.2018.07.10

政府补贴、采用效果对农户节水灌溉技术持续采用行为的影响研究

薛彩霞¹,黄玉祥²,韩文霆³

(1. 西北农林科技大学经济管理学院,杨凌 712100;

2. 西北农林科技大学机械与电子工程学院,杨凌 712100;

3. 西北农林科技大学旱区农业节水研究院,杨凌 712100)

摘 要:农户对节水灌溉技术的采用行为是一个“逐步”的动态学习过程,需要经历采用和持续采用两个阶段的决策,而农户的持续采用行为直接影响节水灌溉技术效益的发挥。本文运用陕西省白水縣284户苹果种植户的微观调研数据,采用Heckman选择模型重点探讨政府补贴和采用效果对农户节水灌溉技术持续采用行为的影响。实证结果表明:①政府给农户任何形式的补贴都可以有效地激励农户采用节水灌溉技术,相对于资金补贴,基础设施补贴和设备补贴更有利于农户持续采用节水灌溉技术;②采用效果对农户节水灌溉技术的采用行为有显著的正向作用,成本投入对农户持续采用行为影响不显著,技术适用性对农户持续采用行为有促进作用,及时解决农户在技术采用中遇到的问题有助于提高农户技术采用的经济效益。基于此,提出以下建议:实施政府补贴、优先补贴基础设施和设备、多元化的配套措施,有助于提高农户节水灌溉技术的采用率和采用效果,并促进农户对节水灌溉技术的持续采用。

关键词:节水灌溉技术;持续采用行为;政府补贴;采用效果;Heckman样本选择模型

DOI :10.18402/resci.2018.07.10

1 引言

节水灌溉技术是以节约水资源为主要特征的资本和技术密集型现代农业生产要素,对实现节水节能、农业增产和农民增收都具有重要意义。近年来,中国政府为应对农业灌溉用水危机,不仅大量投资农业节水灌溉技术与装备的研发,而且通过修建农田水利灌溉基础设施、进行设备购置补贴、开展技术培训等方式促进农户对节水灌溉技术的采用^[1,2]。现有研究表明,政府的扶持政策不仅有效地提高了农户采用节水灌溉技术的概率^[3,4],而且节水灌溉技术的采用确实提高了农户的灌溉用水效

率^[5]。现有文献关于中国节水灌溉技术采用的研究,主要集中于运用实地调查数据从村级和农户两个层面分析节水灌溉技术的采用情况。村级层面上,虽然学者选取的调研区域和时间存在差异,但得出了一致的结论,即采用节水灌溉技术的行政村增加速度较快,实际采用面积却不高^[2,6,7];农户层面上,学者主要从农户个体特征、水资源短缺程度、水价、耕地特征、灌溉模式、户主对节水灌溉技术的认知、政府扶持等方面研究其对农户是否采用节水灌溉技术以及采用程度的影响^[8-14]。节水灌溉技术效益的发挥取决于农户对节水灌溉技术的持续采用

收稿日期:2017-08-14;修订日期:2017-10-12

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2011BAD29B08);国家自然科学基金项目(71403212);教育部人文社科基金项目(14YJC-ZH06)。

作者简介:薛彩霞,女,山西闻喜人,博士,副教授,主要研究方向为农业经济管理。E-mail:xiaoxueacc@126.com

通讯作者:黄玉祥,E-mail:hyx@nwsuaf.edu.cn

2018年7月

行为,国际上节水灌溉技术推广与应用失败的案例并不少见^[15],但现有文献对农户是否持续采用节水灌溉技术的研究还较为不足。探讨农户节水灌溉技术的持续采用行为及其影响因素,可以为政府制定节水灌溉技术推广政策提供科学依据,对提高水资源利用效率、发挥节水灌溉技术效益具有重要的理论意义和实践价值。

现代节水灌溉技术具有节水效果好但建设和维护成本高的特点^[16],而现行的低价农业灌溉用水制度无法使农户产生节水的内在动力^[17],因而政府对农户进行补贴成为世界各国发展节水农业的共同经验^[8]。农户对节水灌溉技术的采用是一个“逐步”的动态学习过程^[18],农户通过“向他人学习”和“干中学”不断修正自己对技术的评价,从而做出是否采用和是否持续采用的决策^[19]。尽管农户对节水灌溉技术的持续采用行为受到多种因素的影响,但采用效果是其关键因素^[1,20]。本文以陕西省白水苹果种植户为调查对象,重点探讨政府补贴、采用效果两个因素对农户节水灌溉技术采用行为的影响,为完善政府推广节水灌溉技术的政策提供决策参考。

2 理论分析与模型构建

2.1 理论分析

政府推广节水灌溉技术的目的在于促使农户用相对丰裕的生产要素去替代相对稀缺的水资源,以提升农业生产过程中的“短板效应”。但是,不仅现行的低价农业灌溉用水制度无法激励农户主动采用节水灌溉技术,而且节水灌溉技术投资高的特性对农户技术采用还具有阻碍作用^[1],而政府的补贴政策则可以有效地降低农户的投资成本,因而,政府补贴成为推动农户采用节水灌溉技术的主要动力^[21]。节水灌溉设施通常由机井、沟渠等公共基础设施和灌溉设备、管道、水窖等自有设施两部分组成。公共基础设施需在一定区域内的农户共同投资、共同采用,而小规模农户由于受地块、经营规模的限制会产生采用成本过高的问题^[22],因此,政府投资修建基础设施成为政府补贴的一种重要形式。对于农户自有的节水灌溉设施,政府通常采用提供设备和资金两种方式给予农户补贴。政府扶持力度越大,农户自有资金压力越小,农户越倾向

于采用节水灌溉技术^[8,11]。

农户对节水灌溉技术的成本投入和收益感知即“采用效果”是决定农户技术采用最重要的因素^[1]。节水灌溉技术的成本投入主要包括基础设施投资、设备购买费用以及运行成本等;农户对其收益的感知不仅包括作物产量的增加,而且包括投入要素的节约,因为农户采用节水灌溉技术不仅仅是为了节约水资源,还有节约肥料、节约劳动力、增加产量的目的^[1]。节水灌溉技术经济效益的发挥除技术本身的因素之外,还取决于农户对技术的掌握程度及其配套设施的完善程度^[13,23]。农户是节水灌溉技术的采用主体,其对技术相关知识和操作技巧掌握地越好,越有利于经济效益的发挥。尽管根据农机购置补贴政策的相关规定,承接节水灌溉技术配套工程的单位和提供补贴设备的经销商均须进行竞标,但由于缺乏有效监督,往往导致公共政策的低效或无效^[16];再加上中国节水灌溉行业的准入制度尚不完善,造成相关企业提供给农户的设备质量与配套设施良莠不齐^[24],这些都有可能影响到农户采用节水灌溉技术的效果,进而影响到农户的持续采用行为。

传统观点将农户对节水灌溉技术的采用看作是一次性采用的过程,即采用或不采用,应用二元离散模型分析其影响因素,但这种假设与事实并不相符^[25]。现实中农户对节水灌溉技术的运用是由两个阶段构成的:第一阶段是农户选择是否采用节水灌溉技术。当农户通过政府的推广服务或自己的社会网络获取到节水灌溉技术的信息时,农户对技术不甚了解,主要采取“向他人学习”的方式积累相关知识。如果农户认为采用节水灌溉技术的收益大于成本即采用效果良好时,则有可能做出采用决策。在这一阶段,农户选择采用的比例越高,表明农户采用的积极性越高。第二阶段是已经采用的农户进一步决定是否持续采用节水灌溉技术。农户采用了节水灌溉技术之后,通过“干中学”不断积累知识,不仅掌握了技术的相关知识与操作技能,而且对技术所带来的经济效益有了切身的体验,农户会结合自身的实践再次权衡节水灌溉技术的采用效果,若农户认为技术的采用收益大于采用成本时,则会继续采用;反之,则有可能放弃采用,这一阶段农户的决策直接影响到节水灌溉技术效益的发挥。

2.2 模型构建

农户持续采用节水灌溉技术的行为包含两个连续的决策过程:第一阶段是农户选择是否采用节水灌溉技术;第二阶段是已采用节水灌溉技术的农户进一步选择是否持续采用。如果农户未采用节水灌溉技术,则其是否持续采用的行为是无法观测的;只有当农户采用了节水灌溉技术,才能观测到农户的持续采用行为。因此,农户节水灌溉技术的持续采用行为存在样本选择偏误,需要采用 Heckman 样本选择模型进行分析。本文构造的 Heckman 样本选择模型如下:

$$y_{1i} = \alpha x_{1i} + \mu_{1i} \quad y_{1i} = \begin{cases} 1, & y_{1i}^* > 0 \text{ 时} \\ 0, & y_{1i}^* \leq 0 \text{ 时} \end{cases} \quad (1)$$

$$y_{2i} = \beta x_{2i} + \mu_{2i} \quad y_{2i} = \begin{cases} 1, & y_{2i}^* > 0 \text{ 时} \\ 0, & y_{2i}^* \leq 0 \text{ 时} \end{cases} \quad (2)$$

公式(1)表示选择方程,公式(2)表示结果方程。Heckman 模型的样本选择机制是,当且仅当 $y_{1i} = 1$ 时, y_{2i} 才能被观测到。 y_{1i} 、 y_{2i} 为因变量,分别表示农户是否采用和是否持续采用节水灌溉技术的行为; y_{1i}^* 、 y_{2i}^* 表示不可观测的潜变量; x_{1i} 、 x_{2i} 分别表示影响农户是否采用和是否持续采用节水灌溉技术行为的自变量; α 、 β 表示待估参数; μ_{1i} 、 μ_{2i} 表示残差项,均服从正态分布; i 表示第 i 个样本农户。

基于公式(1)和公式(2)以及样本选择机制,可以得到:

$$\begin{aligned} \text{Prob}[y_{1i} = 1 | x_1, x_2] &= \text{Prob}[y_{1i}^* > 0 | x_1, x_2] \\ &= \Phi_1\left(\alpha_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_{ki} x_{1i}\right) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Prob}[y_{1i} = 1, y_{2i} = 1 | x_1, x_2] \\ &= \Phi_2\left(\alpha_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_{ki} x_{1i}, \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_{ji} x_{2i}, \rho\right) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{Prob}[y_{1i} = 1, y_{2i} = 0 | x_1, x_2] \\ &= \Phi_2\left(\alpha_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_{ki} x_{1i}, -\beta_0 - \sum_{j=1}^m \beta_{ji} x_{2i}, -\rho\right) \end{aligned} \quad (5)$$

公式(3)中 $\Phi_1(\cdot)$ 表示累积标准正态分布函数;公式(4)和(5)中 $\Phi_2(\cdot)$ 表示累积二元正态分布函数; ρ 表示 y_{1i} 、 y_{2i} 的相关系数; n 和 m 分别表示影响农户是否采用和是否持续采用节水灌溉技术的自变量个数,为保证公式(1)的可识别性,其自变量的个数必须

大于公式(2)自变量的个数(即 $n > m$),且多出的自变量只对农户是否采用节水灌溉技术有影响而对其持续采用行为没有影响。其他符号的含义同公式(1)和公式(2)。

3 数据来源与变量说明

3.1 数据来源

本文数据来自于2012年5月至6月课题组成员对陕西省白水苹果种植户的入户调查。选择白水苹果种植户作为调研对象,主要基于以下考虑:一是白水地处渭北黄土台塬与陕北高原的过渡地带,属于暖温带半干旱气候区,是黄土高原优质苹果高产区,但该县水资源贫乏。目前,白水苹果总种植面积超过3.67万 hm^2 ,果农人均纯收入的75%以上来自苹果种植,因此,农户对于节水灌溉技术的需求较大。二是白水属于陕西省最早推广节水灌溉技术的地区之一,该县政府自1999年提出“农业发展必须走节水灌溉的路子”之后,采用技术培训、修建基础设施、补贴设备和现金、信贷政策等多种形式推动农户采用节水灌溉技术。该县主要推广以滴灌和微喷灌为代表的高效节水灌溉技术,其做法是在果园行间全面铺设输水管道,安装滴灌和微喷灌设施,干旱时随时补充水分,大约可以节约60%的用水量。基于此,选择白水苹果种植户为对象获取的数据具有较好的代表性。

对于样本农户的选取,本文首先在考虑白水水资源丰富程度和苹果种植情况的基础上,选取除城关镇以外的7个乡镇;其次,在所选取的乡镇中选取较早采用节水灌溉技术的43个村庄进行苹果种植户的随机问卷调查,共获取有效问卷284份。调查问卷主要包括农户家庭基本信息、苹果种植状况、农户采用节水灌溉的情况、获得政府补贴的情况、采用节水灌溉技术的效果等。

3.2 变量说明

3.2.1 采用效果及其测度

农户对节水灌溉技术采用效果的考量主要是从成本投入、经济效益和技术适用性三方面进行的。技术的成本投入主要包括专用设施的修建、专用设备的购买与维护费用以及因采用该技术而对果园进行改造所发生的劳动和资金投入;经济效益来自于采用节水灌溉技术所带来的农药、化肥、劳

2018年7月

动、水资源的节约与作物产量的增加;技术适用性则取决于技术与种植作物的适用性、技术与化肥农药的配套情况以及采用主体对技术的掌握情况。从以上三个维度形成的反映节水灌溉技术采用效果评价指标较多,因而需在不能遗失重要信息的前提下,对指标进行简化。因子分析不仅具有缩减变量的功能,而且还具有在原始数据中找到隐藏的具有代表性因子的作用。本文采用软件SPSS19.00,对农户节水灌溉技术采用效果的各变量进行探索性因子分析,得到样本KMO检验值为0.730, Bartlett球形检验的近似卡方为1554.081 (sig=0.000),说明样本数据适合做因子分析。

为进一步赋予公因子更为合理的经济含义,采用最大方差法进行因子旋转,得到3个特征根大于1的公因子,累计方差贡献率为63.734%。公因子1在设备的购买和维护费用、重新布置管道和边界成本、设计果园的种植规划成本、修建专用水池成本五个指标上载荷最大,方差贡献率为30.080%。在一般情况下,节水灌溉技术的资金和劳动投入越低,农户采用的可能性越大。公因子1反映的是农户采用节水灌溉技术的资金投入和劳动投入,因此

将其命名为成本投入。

公因子2在缺乏设备安装技能的影响,设备操作复杂性的影响,技术与种植作物适用性,技术与化肥农药配套程度四个指标上载荷最大,方差贡献率为19.007%。在具备设备安装技能和操作技能的情况下,农户认为节水灌溉技术与种植作物的适用性越好,与化肥农药的配套程度越高,农户采用的可能性越大。公因子2是从技术采用主体、技术本身及其配套措施方面反映节水灌溉技术的适用性,因此将其命名为技术适用性。

公因子3在作物产量变化、用水量变化、劳动时间和强度变化、化肥施用量和农药施用量变化五个指标上载荷最大,方差贡献率为14.647%。农户认为节水灌溉技术的节支增产效果越好,采用的可能性越高。公因子3反映的是农户对节水灌溉技术经济效益的评价,因此将其命名为经济效益。

根据各因子的得分及其方差贡献率,可得到节水灌溉技术采用效果指标的计算公式:采用效果=(成本投入 \times 30.080%+技术适用性 \times 19.007%+经济效益 \times 14.647%)/63.734%。各变量的具体定义及描述性统计见表1。

表1 农户节水灌溉技术采用效果指标的说明及描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of adoption effect on farmers' water-saving irrigation technology

测量题型	变量定义	平均值	标准差
公因子1 成本投入	反映成本投入各指标的平均值	2.575	1.158
设备的购买费用	很低=1;较低=2;一般=3;较高=4;很高=5	3.606	1.517
设备的维修费用	很低=1;较低=2;一般=3;较高=4;很高=5	2.739	1.637
重新布置管道和边界成本	很低=1;较低=2;一般=3;较高=4;很高=5	2.183	1.518
设计果园的种植规划成本	很低=1;较低=2;一般=3;较高=4;很高=5	1.894	1.413
修建专用水池成本	很低=1;较低=2;一般=3;较高=4;很高=5	2.451	1.590
公因子2 技术适用性	反映技术适用性各指标的平均值	2.065	1.071
缺乏设备安装技能的影响	很小=1;较小=1;一般=3;较大=4;很大=5	2.493	3.606
设备操作复杂性的影响	很小=1;较小=1;一般=3;较大=4;很大=5	1.602	1.052
技术与种植作物适用性	很不适用=1;较不适用=2;一般=3;较适用=4;很适用=5	2.166	1.553
技术与施肥施药配套程度	很不配套=1;较不配套=2;一般=3;较配套=4;很配套=5	1.997	1.423
公因子3 经济效益	反映经济效益各指标的平均值	4.218	0.578
作物产量变化	明显减少=1;稍微减少=2;无变化=3;稍微增加=4;明显增加=5	4.514	0.845
用水量变化	明显增加=1;稍微增加=2;无变化=4;稍微减少=4;明显减少=5	4.659	0.717
劳动时间和强度变化	明显增加=1;稍微增加=2;无变化=4;稍微减少=4;明显减少=5	4.292	0.807
化肥施用量变化	明显增加=1;稍微增加=2;无变化=4;稍微减少=4;明显减少=5	3.880	0.999
农药施用量变化	明显增加=1;稍微增加=2;无变化=4;稍微减少=4;明显减少=5	3.743	0.990
采用效果	根据各因子的得分和方差贡献率求得	2.800	0.771

3.2.2 其他变量说明

本研究选取的因变量有两个:一是农户是否采用节水灌溉技术,包括农户是否采用过(指农户曾经采用过但之后放弃采用)和是否正在采用节水灌溉技术两种情况;二是农户是否持续采用节水灌溉技术,选取的测量变量为农户采用节水灌溉技术之后是否一直在采用。选取的自变量包括两大类:一类是核心变量,包括政府补贴和采用效果。调研地区政府补贴形式有基础设施补贴、现金补贴和设备补贴三种,当农户获得以上三种补贴中的一种或多种时,将农户的政府补贴情况赋值为1。另一类是控制变量,由农户家庭特征(包括果园净收入、果园收入占比、灌溉支出占比、种植面积)和户主个体特征(包括性别、年龄、受教育程度、种植经验、产业预期以及水资源稀缺影响)组成。另外,按照 Heckman 样本选择模型的要求,为保证农户是否采用节

水灌溉技术的可识别性,所选取的影响农户是否采用的自变量个数必须多于影响农户是否持续采用自变量的个数,且多余的自变量只对农户的是否采用行为有影响,而对其持续采用行为没有影响,本文选择户主对节水灌溉技术的熟悉程度作为识别变量,其原因是农户对节水灌溉技术的了解程度,是农户理性选择采用节水灌溉技术的信息基础,农户只有充分了解了相关信息,才会选择采用节水灌溉技术^[26]。各变量的描述性统计见表2。

4 模型估计结果分析

本文首先探究政府补贴、采用效果对农户节水灌溉技术持续采用的影响;其次,引入其他控制变量,进一步证明这一影响作用的强弱;再次,剖析政府补贴与采用效果各维度变量对农户节水灌溉技术持续采用的作用机理,模型估计结果见表3。由表3可知,3个模型的Wald卡方值均在1%的水平上

表2 主要变量含义及描述性统计

Table 2 Definitions and descriptive statistics of main variable

变量名	含义与赋值	平均值	标准差
因变量			
是否采用	是=1;否=0	0.419	0.493
持续采用	是=1;否=0	0.359	0.480
核心变量			
政府补贴	您是否获得过政府的节水灌溉技术补贴? 是=1;否=0	0.292	0.455
基础设施补贴	您获得的政府补贴是否属于基础设施补贴? 是=1;否=0	0.078	0.267
设备补贴	您获得的政府补贴是否属于设备补贴? 是=1;否=0	0.151	0.358
资金补贴	您获得的政府补贴是否属于资金补贴? 是=1;否=0	0.166	0.372
控制变量			
果园净收入/万元	农户种植苹果的净收入	2.559	1.787
果园收入占比/%	果园收入/家庭总收入	0.738	0.261
灌溉支出占比/%	灌溉支出/苹果种植支出	0.136	0.119
种植面积/hm ²	农户种植苹果的面积	0.394	0.433
年龄/岁	户主的实际年龄	48.979	10.146
性别	男=1;女=0	0.768	0.422
受教育程度	小学及以下=1;初中=2;高中=3;大专及以上=4	2.451	0.831
种植经验/年	户主种植苹果的年限	14.173	7.153
产业预期	您预期未来种植苹果的经济效益如何? 很差=1;差=2;一般=3;好=4;很好=5	3.451	0.831
水资源稀缺影响	水资源稀缺性对您采用节水技术影响程度如何? 无影响=1;较小=2;一般=3;较大=4;很大=5	4.257	0.788
识别变量			
对技术熟悉程度	您对节水灌溉技术的熟悉程度如何? 很不熟悉=1;不太熟悉=2;一般=3;熟悉=4;很熟悉=5	3.285	0.946

注:农户获得基础设施补贴、设备补贴和资金补贴的平均值大于农户获得政府补贴的平均值,是因为有部分农户同时获得了两种形式的补贴。

2018年7月

表3 政府补贴、采用效果与农户节水技术持续采用行为

Table 3 Government subsidies, adoption effect and the continuous adoption of farmers' water-saving irrigation technology

变量	模型1		模型2		模型3	
	是否采用	持续采用	是否采用	持续采用	是否采用	持续采用
政府补贴	0.851 8*** (0.143 4)	-0.331 9*** (0.057 3)	0.837 4*** (0.151 1)	-0.325 3*** (0.059 6)	-	-
基础设施补贴	-	-	-	-	0.973 4*** (0.333 4)	0.099 9** (0.048 0)
设备补贴	-	-	-	-	0.960 1*** (0.267 3)	0.091 9*** (0.026 7)
资金补贴	-	-	-	-	0.854 5*** (0.251 5)	-0.157 4** (0.074 4)
采用效果	0.096 9*** (0.029 9)	-0.037 8*** (0.011 9)	0.072 9** (0.032 3)	-0.028 3* (0.016 0)	-	-
成本投入	-	-	-	-	-0.016 9 (0.089 6)	0.014 6 (0.029 4)
技术适用性	-	-	-	-	0.222 5** (0.098 4)	0.038 9** (0.016 8)
经济效益	-	-	-	-	0.476 5*** (0.158 0)	-0.258 2*** (0.093 1)
果园净收入	-	-	0.021 7 (0.036 9)	-0.008 5 (0.014 4)	0.026 3 (0.052 1)	0.033 1 (0.039 9)
果园收入占比	-	-	0.118 2 (0.328 7)	-0.058 4 (0.106 4)	0.253 1 (0.350 0)	0.015 6 (0.013 7)
灌溉支出占比	-	-	0.165 4*** (0.029 4)	0.064 2** (0.025 5)	0.502 1 (0.759 6)	0.396 7** (0.172 1)
种植面积	-	-	-0.013 9 (0.014 7)	0.006 4 (0.005 7)	0.002 8 (0.033 0)	0.002 2 (0.004 9)
年龄	-	-	-0.015 2* (0.008 1)	-0.021 2** (0.008 8)	-0.014 1* (0.007 9)	-0.006 1** (0.002 9)
性别	-	-	0.109 3*** (0.037 7)	0.045 7** (0.020 1)	0.485 8** (0.215 3)	0.153 5* (0.082 3)
受教育程度	-	-	0.063 3* (0.035 1)	-0.024 6* (0.013 4)	0.455 6 (0.527 6)	-0.027 6* (0.015 4)
种植经验	-	-	-0.004 7 (0.010 9)	0.009 8 (0.012 1)	0.000 7 (0.011 4)	0.001 1 (0.004 1)
产业预期	-	-	0.077 9** (0.035 0)	0.321 6*** (0.109 9)	0.282 0** (0.113 1)	0.034 0** (0.017 1)
水资源短缺影响	-	-	0.051 6 (0.035 6)	0.021 8** (0.010 5)	0.083 5 (0.112 2)	0.131 4*** (0.039 7)
识别变量	0.365 9*** (0.099 4)	-	0.307 5*** (0.097 5)	-	0.346 8*** (0.101 5)	-
常数项	1.386 2*** (0.024 9)	1.111 8*** (0.333 9)	-2.233 1** (0.095 9)	1.645 2** (0.644 3)	-1.191 9 (1.141 0)	1.290 2*** (0.448 5)
对数似然值	-132.493 9		-152.172 2		-146.842 9	
Wald卡方值	82.325 6***		81.881 0***		77.181 4***	
p值	-0.638 9		-0.547 6		-0.453 2	
似然比检验值	9.714 2***		7.533 8***		5.532 2**	

注:***、**、*分别表示1%、5%和10%的显著性水平;括号中的数值为稳健性标准误。

通过了显著性检验,表明3个模型的整体拟合度较好。相关系数 ρ 的似然比检验值均在5%以上水平上通过了显著性检验,即拒绝了 $\rho=0$ 这一原假设,说明样本存在选择性偏误问题,现有的农户调查数据适合作样本选择模型分析。所选择的识别变量在3个模型中均通过显著性检验,表明所选的识别变量适合当前的计量方法。基于表3的模型估计结果,从三个层面解析农户节水灌溉技术持续采用行为的影响因素。

4.1 政府补贴

表3的回归结果显示,政府补贴以及基础设施补贴、设备补贴和资金补贴三种补贴形式都对农户是否采用节水灌溉技术行为有显著的正向影响,也就是说,政府无论给农户提供何种形式的补贴都可以有效地激励农户采用节水灌溉技术。根据冯·诺依曼的理论,个人的风险偏好会影响农户的技术采用决策,而大多数农户属于风险规避型,故节水灌溉技术的采用风险直接影响着农户的采用行为。政府的补贴政策可以有效地减少节水灌溉技术的适用性风险和成本增加风险^[16],因而对农户的采用行为产生积极的干预效应^[4]。为准确了解农户采用节水灌溉技术的原因,对采用农户在调研中设置“您为什么采用节水灌溉技术(多选)? a. 政府提供了补贴;b.为了节约水资源;c.提高果园产量;d.减轻劳动强度;e.其他”这一问题。通过统计发现,高达63.87%的农户是因为政府提供了补贴而采用节水灌溉技术的,仅有18.49%的农户是为了节约水资源。由表4可知,持续采用农户和放弃采用农户获得政府补贴的比例分别为48.04%和64.71%,明显高

于未采用农户获得政府补贴13.94%的比例,表明政府补贴对农户采用节水灌溉技术有促进作用。

政府补贴对农户持续采用节水灌溉技术有负向影响,这是因为当农户面临是否持续采用决策时,获得政府补贴的农户往往会产生技术“投入免费”或者“低成本投入”的心理,而政府又不能有效地监督农户节水灌溉技术的持续采用行为^[27],导致农户更容易做出放弃采用的决策。但不同补贴形式对农户持续采用节水灌溉技术的影响存在差异,其中,基础设施补贴和设备补贴对农户持续采用行为具有显著的正向作用,资金补贴对农户持续采用行为有负向影响。其可能的原因有以下两个方面:一是基础设施补贴和设备补贴的专用性强,挪用风险较小;而政府对农户提供的资金补贴,有可能由于政府监督不到位,致使农户产生挪用行为;二是农村公共产品供给存在“搭便车”的现象,部分农户认为政府提供的节水灌溉基础设施和设备属于公共物品,因而,基础设施补贴和设备补贴可以促进具有“搭便车”心理的农户对技术的持续采用行为。由表4可知,持续采用农户中获得基础设施补贴、设备补贴的比例分别为14.71%和29.41%,高于放弃采用农户中获得基础设施补贴5.88%的比例和获得设备补贴17.65%的比例;而放弃采用节水灌溉技术农户获得资金补贴的比例为41.18%,明显高于持续采用农户获得资金补贴24.51%的比例;表明基础设施补贴和设备补贴更有利于农户对节水灌溉技术的持续采用。

4.2 采用效果

表3中模型1和模型2的回归结果显示,采用效

表4 不同类型农户获得政府补贴情况

Table 4 Government subsidies for different types of farmers

农户类型	持续采用农户		未采用农户		放弃采用农户	
	户数/户	比例/%	户数/户	比例/%	户数/户	比例/%
未获得政府补贴农户	53	51.96	142	86.06	6	35.29
获得政府补贴农户	49	48.04	23	13.94	11	64.71
其中:基础设施补贴农户	15	14.71	4	2.42	1	5.88
设备补贴农户	30	29.41	10	6.06	3	17.65
资金补贴农户	25	24.51	13	7.88	7	41.18

注:①持续采用农户是指一直采用节水灌溉技术的农户;未采用农户是指从未采用过节水灌溉技术的农户;放弃采用农户是指先采用节水灌溉技术,之后再选择放弃采用的农户。②获得基础设施补贴、设备补贴和资金补贴的农户户数之和大于获得政府补贴的农户户数,是因为有部分农户同时获得了两种形式的补贴。

2018年7月

果对农户是否采用节水灌溉技术行为有显著的正向影响,而对持续采用行为有负向影响。只有当农户对节水灌溉技术有较好的采用效果预期时,农户才有可能采用;而农户是否会持续采用则取决于实际采用效果与预期采用效果的比较,若实际采用效果不低于预期效果时,农户可能会持续采用;反之,农户则可能放弃采用。在调研中发现,有部分农户尽管对节水灌溉技术的采用效果不满意,但本着“再用用看”或“已经投入了,就用着吧”的心理,仍在使用。

表3中模型3的回归结果显示,成本投入对农户节水灌溉技术的是否采用行为和持续采用行为的影响都不显著,其可能的原因有以下两个方面:一是政府补贴使得农户采用节水灌溉技术的自有资金投入降低,因采用技术而发生的成本主要是果园改造的劳动投入,而大部分农户认为劳动成本是可以忽略不计的;二是农户决定是否持续采用节水灌溉技术时,投入成本属于沉没成本,不属于决策的考虑因素。由表5可以看出,不同类型农户对节水灌溉技术的成本投入评价价值差别并不大。技术适用性对农户节水灌溉技术的是否采用行为和持续采用行为均有显著的正向影响,其原因是政府通过招标采购等方式已经选择(推荐)了与当地种植作物、地形条件相适应的设备,并对农户进行了技术培训和指导,使农户初步掌握了节水灌溉设备的使用方法。表5中的数据表明,持续采用农户对技术适用性的评价高于未采用农户和放弃采用农户。经济效益对农户节水灌溉技术的是否采用行为有显著的正向作用,但对持续采用行为有负向作用。经济效益是农户采用节水灌溉技术的直接动因,当农户对技术有良好的经济效益预期时,农户才有可能采用该项技术;但当农户采用节水灌溉技

术之后,如果经济效益达不到当初的预期,农户就面临着是否继续采用的抉择。由表5可以看出,持续采用农户对节水灌溉技术效益的评价稍高于未采用农户,但明显高于放弃采用农户的经济效益评价。一方面,由于调研地区推广经费较为短缺,基层技术指导和培训人员有限,使得部分农户在技术采用中出现的问题得不到及时解决,降低了持续采用农户对节水灌溉技术经济效益的评价。另一方面,调研地区水资源匮乏,缺乏直接灌溉条件,部分农户采用节水灌溉技术时需先从附近水库买水,再用水车运送到果园进行灌溉,耗时耗力,往往使得农户对节水灌溉技术所带来的经济效益拥有较高的预期,但当自然灾害、气候条件异常等原因致使作物产量减少时,农户难以对节水灌溉技术经济效益做出较为客观的评价^[20],可能导致持续采用农户对其所带来经济效益的评价偏低;而对于未采用农户而言,其对节水灌溉技术经济效益的评价依据来自于政府的宣传或观察采用农户的采用效果,而非来自于自身实践的体验,因而可能导致未采用农户对节水灌溉技术经济效益的评价不够准确。

4.3 控制变量

由表3可知,水资源短缺影响和灌溉支出占比对农户节水灌溉技术持续采用行为有显著的正向影响,这是因为水资源短缺影响反映着水资源对农户苹果种植的制约程度,水资源短缺的影响越大,农户采用节水灌溉技术的概率越高;由于农业灌溉用水的低价制度,只有灌溉支出占比较高的农户采用节水灌溉技术,才可以节约较为可观的水电费。种植面积对农户节水灌溉技术的持续采用行为影响不显著,可能是样本农户的苹果种植规模差异不大所造成的。户主年龄和受教育程度对农户节水灌溉技术的持续采用行为有负向影响,其原因是年龄较大的农户,不仅对新技术的接受能力越差,而且处理节水灌溉技术运行过程中所出现问题的能力也较差;受教育水平在一定程度上反映的是户主对节水灌溉技术的综合判断能力和理性决策能力,本案例表明受教育程度越高的户主,持续采用节水灌溉技术的概率越小,其原因是,调研地区水资源匮乏,部分农户采用节水灌溉技术时需从水库买水并用水车把水运送到果园,耗时费力,而对于受教

表5 不同类型农户节水灌溉技术的采用效果

Table 5 Adoption effect of water-saving irrigation technology from different types of farmers

农户类型	成本投入	技术适用性	经济效益
持续采用农户	2.588	2.287	4.381
未采用农户	2.547	1.937	4.153
放弃采用农户	2.765	1.985	3.865

注:农户对节水灌溉技术的成本投入、技术适用性和经济效益评价分值的计算方法见表1;农户类型同表4。

育程度较高的农户而言,外出务工的机会较多且收入相对较高,采用节水灌溉技术的机会成本较高,因而放弃采用的可能性更高。户主性别对农户节水灌溉技术的持续采用行为有显著的正向影响,表明男性户主比女性户主更倾向于持续采用节水灌溉技术,这是因为男性对节水灌溉技术的接受能力更强,对其采用过程中出现问题的处理能力也更强。产业预期对农户节水灌溉技术的持续采用行为有显著的正向影响,这表明只有农户对苹果种植有良好的经济效益预期时,农户才愿意持续采用节水灌溉技术。

5 结论与启示

本文利用陕西省白水縣284户苹果种植户的微观调查数据,采用Heckman样本选择模型分析了政府补贴、采用效果对农户节水灌溉技术持续采用行为的影响,得出如下结论:

(1)政府补贴可以降低农户对节水灌溉技术的投入成本,因而,政府给农户任何形式的补贴都可以有效地激励农户采用节水灌溉技术,但相对于资金补贴,基础设施补贴和设备补贴更有利于农户持续采用节水灌溉技术。

(2)采用效果对农户采用节水灌溉技术有显著的促进作用;农户对节水灌溉技术采用效果的考量主要来自于成本投入、技术适用性和经济效益三个维度。成本投入对农户节水灌溉技术的采用行为和持续采用行为的影响均不显著,主要是因为政府补贴使得农户的资金投入成本较低;技术适用性对农户的采用行为和持续采用行为均有促进作用,是因为政府推广的节水灌溉技术适用性良好且帮助农户掌握了技术操作方法;而经济效益对农户采用行为有正向影响,对持续采用行为有负向影响,这是因为外部环境变化使得作物收益发生变化导致农户难以对节水灌溉技术的经济效益做出客观评价。

根据以上结论,得到以下政策启示:

(1)政府应保持补贴政策的可持续性。节水灌溉技术具有“正外部性”,且初始投资较大,从促进节水农业发展和保障农户权益的视角出发,公共财政理应成为节水灌溉技术推广的投入主体,但须根据各地区水资源、作物种植的情况制定不同的补贴

政策,以提高公共财政的投资效率。

(2)政府补贴应该优先选择基础设施补贴和设备补贴。政府和农户共同投资是节水灌溉技术推广应用的发展趋势^[17],而政府给农户提供基础设施和设备补贴,可以有效带动农户对节水灌溉技术的投资。

(3)通过多元化措施提高农户节水灌溉技术的采用效果。一方面,节水灌溉技术是多项技术的集成,不仅包含节水技术,还包括与之配套的农药、化肥等的生产与施用技术,因而,需要通过建立节水灌溉技术行业准入制度、加强水肥药一体化技术推广等措施,保障与节水灌溉技术相配套的物质、设施及时且高质量的供给;另一方面,需加大对节水灌溉技术的宣传力度,强化农户对节水灌溉技术的正确认知,并建立专业的服务机构,为农户提供技术采用的后续服务,及时解决农户在采用过程中遇到的问题,为农户持续采用节水灌溉技术创造有利的环境。

参考文献(References):

- [1] Blanke A, Rozelle S, Lohmar B, et al. Water saving technology and saving water in China[J]. *Agricultural Water Management*, 2007, 87(2): 139-150.
- [2] 刘宇, 黄季焜, 王金霞, 等. 影响农业技术采用的决定因素—基于中国10省的实证研究[J]. 节水灌溉, 2009, (10): 1-4. [Liu Y, Huang J K, Wang J X, et al. Determinants of agricultural water-saving technology adoption—an empirical study based on 10 provinces in China[J]. *Water Saving Irrigation*, 2009, (10): 1-4.]
- [3] Genius M, Koundour P, Nauges C, et al. 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.
- [4] 乔金杰, 穆月英, 赵旭强, 等. 政府补贴对低碳农业技术采用的干预效应—基于山西和河北省农户调研数据[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(4): 46-50. [Qiao J J, Mu Y Y, Zhao X Q, et al. The Intervention effect of government subsidy on the adoption of low Carbon agricultural technology in Shanxi and Hebei provinces[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2016, 30(4): 46-50.]
- [5] 刘军, 朱美玲, 贺诚. 新疆棉花节水灌溉用水效率与影响因素分析[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(2): 115-119. [Liu J, Zhu M L, He C. Analysis of cotton irrigation water efficiency and its influencing factors in Xinjiang [J]. *Journal of Arid Land Resources and*

2018年7月

- Environment*, 2015, 29(2): 115–119.]
- [6] 刘亚克, 王金霞, 李玉敏, 等. 农业节水技术的采用及影响因素[J]. 自然资源学报, 2011, 26(6): 932–942. [Liu Y K, Wang J X, Li Y M, *et al.* Study on the adoption and determinants of agricultural water saving technologies[J]. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(6): 932–942.]
- [7] Cremades R, Wang J, Morris J. Policies, economic incentives and the adoption of modern irrigation technology in China[J]. *Earth System Dynamics*, 2015, 6(2): 399–410.
- [8] 刘红梅, 王克强, 黄智俊. 影响中国农户采用节水灌溉技术行为因素分析[J]. 中国农村经济, 2008, (4): 44–54. [Liu H M, Wang K Q, Huang Z J. Analysis on the behavior factors of water-saving irrigation technology in Chinese farmers[J]. *Chinese Rural Economy*, 2008, (4): 44–54.]
- [9] Zhou S, Herzfeld T, Glauben T, *et al.* Factors affecting Chinese farmers' decisions to adopt a water-saving technology [J]. *Canadian Journal of Agricultural Economics/revue Canadienne D'agronomie*, 2008, 56(1): 51–61.
- [10] Huang Q Q, Rozelle S, Wang J X, *et al.* Water management institutional reform: a representative look at Northern China [J]. *Agricultural Water Management*, 2009, 96(2): 215–225.
- [11] 周玉玺, 周霞, 宋欣. 影响农户节水技术采用水平差异的因素分析—基于山东省17市333个农户的问卷调查[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(3): 37–43. [Zhou Y X, Zhou X, Song X. Analysis of the factors affecting the peasant's adopting different of agricultural water-saving techniques—based on 333 farmers' questionnaires in Shandong[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2014, 28(3): 37–43.]
- [12] 李丰. 稻农节水灌溉技术采用行为分析—以干湿交替灌溉技术为例[J]. 农业技术经济, 2015, (11): 53–61. [Li F. Behavior analysis of rice farmers' water-saving irrigation technology—take dry and wet alternating irrigation as an example[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2015, (11): 53–61.]
- [13] Dai X P, Chen J, Chen D, *et al.* Factors affecting adoption of agricultural water-saving technologies in Heilongjiang province China [J]. *Water Policy*, 2015, 17(4): 581–594.
- [14] 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, 15(4): 63–69. [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, 15(4): 63–69.]
- [15] Kulecho I K, Weatherhead E K. Reasons for smallholder farmers discontinuing with low-cost micro-irrigation: a case study from Kenya[J]. *Irrigation and Drainage Systems*, 2005, 19(2): 179–188.
- [16] 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.* Study on the standard of water-saving irrigation subsidy based on the willingness of farmers [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2012, (11): 29–40.]
- [17] 韩青. 农户灌溉技术选择的激励机制——一种博弈视角的分析[J]. 农业技术经济, 2005, (6): 22–25. [Han Q. Incentive mechanism of farmers' irrigation technology selection—an analysis from the perspective of game theory [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2005, (6): 22–25.]
- [18] Ma X, Shi G A. Dynamic adoption model with Bayesian learning: application to the US soybean market [J]. *Agricultural Economics*, 2015, 46(1): 25–38.
- [19] 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): 92–107. [Wang G L, Lu Q. The test of the influence of social network on farmers' technology adoption of inverted u-type relationship— a case study of water-saving irrigation technology in Minqin county, Gansu province [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2015, (10): 92–107.]
- [20] 任丽丽, 高立英, 蒋宏飞. 滴灌技术推广的经济效益及可持续性因素[J]. 农村经济, 2007, (12): 90–93. [Ren L L, Gao L Y, Jiang H F. Economic benefits and sustainability factors of the extension of drip irrigation technology [J]. *Rural Economy*, 2007, (12): 90–93.]
- [21] Abdulai A, Glauben T, Herzfeld T, *et al.* Water saving technology in Chinese rice production—evidence from survey data[C]. Copenhagen: European Association of Agricultural Economists, 2005.
- [22] 刘延凤. 宏观技术需求与农户技术采用的差异及纠正[J]. 农业技术经济, 1996, (2): 16–19. [Liu Y F. Differences and correction of macro-technology demand and farmer's technology adoption[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 1996, (2): 16–19.]
- [23] Deng X P, Shan L, Zhang H P. Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China[J]. *Agricultural Water Management*, 2006, 80(1): 23–40.
- [24] 王爱国. 发展节水灌溉的方向与对策思考[J]. 中国水利, 2011, (6): 35–36. [Wang A G. Thinking on the direction and countermeasures of developing water-saving irrigation [J]. *China Water Resources*, 2011, (6): 35–36.]
- [25] Conley T G, Udry C R. Learning about a new technology: pineapple in Ghana[J]. *American Economic Review*, 2010, 100(1): 35–69.
- [26] Negatu W, Parikh A. The impact of perception and other factors on the adoption of agricultural technology in the Moret and Jiru Woreda (district) of Ethiopia[J]. *Agricultural Economics of Agricultural Economist*, 1999, 21(2): 205–216.
- [27] Gebregziabher G, Namara R E, Holden S. Poverty reduction with irrigation investment: an empirical case study from Tigray Ethiopia [J]. *Agricultural Water Management*, 2009, 96(12): 1837–1843.

Influence of government subsidies and adoption effect on continuous adoption behavior of water-saving irrigation technology by farmers

XUE Caixia¹, HUANG Yuxiang², HAN Wenting³

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

2. College of Mechanical and Electronic Engineering, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;

3. Institute of Water Saving Agriculture in Area Regions of China, Northwest A & Forestry University, Yangling 712100, China)

Abstract: Adoption of water-saving irrigation technology (WSIT) is a step-by-step dynamic learning process for farmers, which includes two-stage decision-making of adoption and continuous adoption. The continuous adoption behavior of farmers affects the benefits of WSIT. Based on a survey of 284 apple growers in Baishui county in Shaanxi, a Heckman selection model was used to study the influence of government subsidies and adoption effect on farmer continuous adoption behavior of WSIT. We found that government subsidies encouraged farmers to adopt WSIT. Compared with capital subsidies, infrastructure subsidies and equipment subsidies were more conducive to farmers' continuous adoption of WSIT. The adoption effect of WSIT had a significant positive effect on farmers' adoption behavior of WSIT. The lower the cost of WSIT, the better the applicability of technology and the more economic benefit, the higher the probability that farmers adopted WSIT. The effect of cost investment on farmers' continuous adoption behavior of WSIT was not significant, and technical applicability had a positive effect on farmers' continuous adoption behavior of WSIT. The timely solution of problems encountered by farmers improved the economic benefits of WSIT. Based on the above conclusions, the following recommendations are made: continue government subsidies, preferential subsidies infrastructure and facilities, establishment of a WSIT industry access system, popularization of integrated technology of water, fertilizer and medicine, WSIT publicity, and establishment of professional service institutions to solve problems encountered by farmers.

Key words: water-saving irrigation technology; continuous adoption behavior; government subsidies; adoption effect; Heckman selection model