

引用格式:段培,刘润,陈绳栋,等.节水灌溉服务支付决策与农户收入:基于新疆生态脆弱区的调查[J].资源科学,2022,44(4):833-846. [Duan P, Liu R, Chen S D, et al. Payment decisions on water-saving irrigation services and farming households' incomes: Based on survey data in the ecologically fragile areas of Xinjiang, China[J]. Resources Science, 2022, 44(4): 833-846.] DOI: 10.18402/resci.2022.04.15

# 节水灌溉服务支付决策与农户收入 ——基于新疆生态脆弱区的调查

段培<sup>1</sup>,刘润<sup>1</sup>,陈绳栋<sup>2</sup>,李敏<sup>3</sup>

(1. 山西财经大学国际贸易学院,太原 030006;2. 山西财经大学科研处,太原 030006;

3. 西北农林科技大学经济管理学院,杨凌 712100)

**摘要:**使用农业节水灌溉服务是生态脆弱区农户生计发展的重要手段之一,因此农户的节水灌溉服务支付决策影响着农户的收入。本文基于2018年12月对新疆昌吉州和巴州的7个县(市)613户农户的抽样调查,采用多元线性回归、Heckman两阶段模型和Ordered Probit模型,实证分析了农户节水灌溉服务支付决策对农业收入、非农收入和收入感知的影响,利用工具变量法处理支付决策存在的内生性,并采用分组模型分析服务供给的调节作用。实证结果表明:①农户支付决策中,意愿和行为存在“悖离”,但均对农户收入有显著正向影响。②生态脆弱区农户以种植业为主,务工所得非农收入相对较少,但生态脆弱性越严重时,农户越倾向于通过非农务工获得家庭收入。③支付意愿和支付行为均对收入感知水平产生显著正向影响,节水灌溉服务供给在农户支付意愿和支付行为对收入感知的影响中存在调节作用。本文拓宽了农业服务外包在节水灌溉方面的理论和实践探索,为国内外干旱半干旱等生态脆弱区基于农户收入效应的视角推广节水灌溉服务,提供借鉴和参考。

**关键词:**节水灌溉服务;支付决策;收入效应;Heckman两阶段模型;Ordered Probit模型;调节作用;生态脆弱区;新疆

DOI :10.18402/resci.2022.04.15

## 1 引言

中国的人均水资源占有量是世界平均水平的28%,被联合国列为全球13个贫水国之一,而农业是水资源耗费最大的产业,农业用水占比虽然从建国初期的97%逐年下降,但2012年仍占约63.2%<sup>[1]</sup>。尤其在中国的干旱地区,环境恶劣、水资源短缺问题层出,由于水资源短缺带来的农业生产效率低下、耕地利用率低、土壤沙化等问题突出。当前,农业仍然是中国北方生态脆弱区的支柱产业,农业收入也是大部分农户的主要收入来源,所以提高农业产出效率、释放更多劳动力是生态脆弱区农户提高收入的关键所在。农业节水灌溉服务是提高农业效率、释放劳动力的方式之一,该服务以社会化服

务主体为供给方,向农户提供节水灌溉相关的服务,包括节水灌溉的设施供应、过程管理、技术指导等,从而解决小农户专业技术水平受限、劳动力不足等问题。因此,节水灌溉服务在生态脆弱的干旱区对于提高农业产出至关重要<sup>[2]</sup>,促进收入增加和生计多样性等<sup>[3]</sup>,带动农户就业、消费。节水灌溉是干旱区农业生产的一项必要技术,随着社会化服务体系的逐渐完善,农户通过支付相应的费用获得节水灌溉服务,在购买服务的过程中,涉及农户的感知、意愿、行为等。节水灌溉服务的支付决策过程中,农户最关心的是收入方面,包括农业收入、非农收入以及相应的收入感知,对于3个方面收入问题的回答,将有助于提供更有效的服务供给,实现引

收稿日期:2020-10-28,修订日期:2021-04-04

基金项目:国家自然科学基金青年项目(71903116;71703124);中国博士后科学基金面上项目(2019M651068)。

作者简介:段培,女,陕西三原人,博士,副教授,研究方向为资源经济理论与政策、农业服务外包。E-mail:20181029@sxufe.edu.cn

通讯作者:李敏,女,陕西杨凌人,博士,副教授,研究方向为资源经济理论与政策。E-mail:limin66@nwfufu.edu.cn

导农户的服务支付决策,促进节水灌溉服务在生态脆弱区发展,进而提高农户农业收入和非农务工收入,扩大收入感知带来的福利效应。

从农户对节水灌溉需求的角度来看,已有研究总结发现:①灌溉服务推广增加了水的利用效率,也增加了大田作物的种植<sup>[4]</sup>;农业推广服务促进了高价值农作物的种植,而种植强度依赖于供水服务<sup>[5]</sup>。②Leigh等<sup>[6]</sup>研究得出农户了解灌溉技术是灌溉服务需求的基础,他们总结了技术扩散较慢的原因,发现农户对技术益处知之甚少,又担心采纳新技术收入无法保证。③影响农户选择灌溉方式的因素包括水价、节水程度、收入水平等<sup>[7,8]</sup>,同时,干旱程度显著促进了高效节水灌溉技术的采纳程度<sup>[9]</sup>。④耕地区位特性决定了农户滴灌和喷灌的采用率;同时土地规模对农户采用不同的节水灌溉方式有较大影响<sup>[10]</sup>,而土地质量越差的地方,农户越容易选择节水灌溉技术<sup>[7]</sup>。

节水灌溉服务是节水灌溉技术发展普及过程中,与农业社会化服务逐渐深入融合发展的一项服务。2018年《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》指出要培育专业化、市场化的服务组织,推进农业生产的全程社会化服务。干旱区由于缺乏灌溉服务,农业产出较低,造成持续贫困的发生,因此,发展节水灌溉服务是减轻贫困、提高生产力和社会公平的一项有效投资<sup>[11]</sup>。节水灌溉服务供给的核心问题是服务条款的规范,其服务条款规范的主要元素有:服务内容、支付费用、是否满足需求和出现问题时的解决办法<sup>[12]</sup>。已有研究更多关注了节水灌溉服务的机制和规范,主要获得了以下几点共识:①节水灌溉服务的多种用途机制,凸显了供应商的重要性,远超过对管理者或用水者本身的关注,且平衡利益相关者的需求成为重要的管理任务<sup>[13,14]</sup>;②灌溉服务的正式规范,来自于服务供给者和用水者的协商过程。随着农户更多地参与服务管理过程,许多灌溉服务系统明确了服务水平,例如尼泊尔 Chattis Mauja 的农户用水管理服务系统规定,农户有权获得的用水量和系统的总水量成正比,并依据获得水量付相应维护责任<sup>[15]</sup>。③灵活的交付系统能够响应农民不断变化的需求和更高的服务成本,其灌溉基础设施和服务机制应该互相匹配<sup>[16]</sup>。

国内外关于节水灌溉服务的研究主要集中在服务的供给方面,为本文提供了一定的借鉴,但是已有研究对于节水灌溉服务的支付主体缺少深入分析。农户作为节水灌溉服务的需求方,受到服务供给的外部约束;同时,作为决策主体,会更多地考虑购买服务后能够带来的正效应,尤其在节水灌溉普及率较高的干旱生态脆弱区。而多数关于节水灌溉问题的研究,只考虑了节水灌溉农户采纳过程中的阻碍因素,缺少当前节水灌溉普及率较高地区农户对节水灌溉服务的支付决策细分研究,尤其对节水灌溉支付决策带来的农户收入分析较少。节水灌溉服务作为一种外部的社会化服务,农户对其支付决策是家庭劳动力和资金合理配置的结果,体现了农户应对生态风险的机会诉求。生态脆弱区是集中连片贫困高发区,也是国家脱贫攻坚战略重点关注区。节水灌溉服务的普及,为农户提高农业产出、获得非农务工收入提供基础,农户在作出支付决策后,合理配置家庭资源,与周围邻里相比的感知收入提高,促进家庭福利的改善。因此,本文以生态脆弱区为背景,以农户的劳动价值和效用价值理论为支撑,构建农户节水灌溉服务支付决策模型,利用新疆613个农户实地调研数据,实证分析农户农业节水灌溉服务支付决策对农户农业收入、非农收入和收入感知的影响。本文拓宽了农业服务外包在节水灌溉方面的理论和实践探索,为国内外干旱半干旱等生态脆弱区,基于农户支付决策的视角推广节水灌溉服务,提供借鉴和参考。

## 2 理论与假说

### 2.1 节水灌溉服务支付决策对农户收入的影响机制

农业生产中的一些决策会对农户收入产生影响<sup>[17-19]</sup>。由于节水灌溉服务是农业生产的外部机会,如果农户支付购买,其劳动价值体现在家庭人力资本的生产兼业化,因此,节水灌溉服务支付决策是农户在判断家庭劳动价值和支付服务效用价值基础上所作出的最优决策,将影响农户的收入水平。图1展示了农户节水灌溉服务支付决策与农户收入之间的作用机制,作为理性经济人的农户,在决策是否购买节水灌溉服务的过程中,包括意愿和行为,最终决策结果会影响实际收入和收入感知水平。从福利的角度看,收入差异一方面是数量上的,另一方面是农户主观感知到的差异<sup>[20]</sup>。农户支

2022年4月

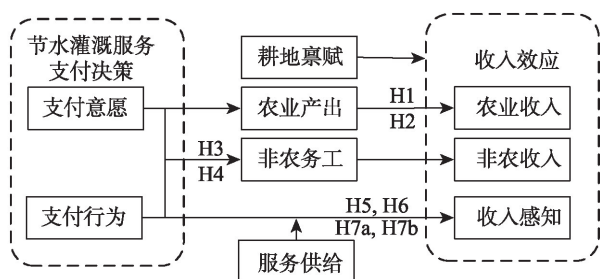


图1 节水灌溉服务支付决策对农户收入的影响机制

Figure 1 Influence mechanism of farming households' water-saving irrigation service payment decision on their incomes

付节水灌溉服务的决策主要基于支付服务效用价值大小,在节水灌溉服务供给的外部约束下,农户会分析支付和不支付节水灌溉服务带来的农业产出变化,以及主要家庭劳动力非农务工时间和强度的变化,也即支付相应的服务费用能为农户带来多少农业收入和非农业收入,而这种大小关系可认为是农户在采纳前期的一个主观效用估计。另外,农户对机会的判断决定了其自身的风险态度以及对节水灌溉服务的支付决策,而农户内在渴望是追逐机会、抓住机会的决策源动力。渴望是个体观察周围环境所形成的一种欲望<sup>[21,22]</sup>。农户的收入感知是指农户通过交易或消费实际感觉到的物质收益和精神收益的总和,是一种主观感受,它可以满足农户的渴望,因此用收入感知度量农户渴望作用下的感知差异。综上,收入效应包括农业收入的变化、非农收入的变化,和收入感知的变化。

生态脆弱区农户普遍面临着收入机会缺失等问题,面临多维贫困发生的可能性<sup>[23]</sup>,特别是在干旱、沙化、盐碱化的耕地条件下,农户作出的节水灌溉服务决策面临较大收入风险。节水灌溉服务供给主体作为节水灌溉的代理人,在节水灌溉技术推进过程中,起到了扩散推广的作用。当前,节水灌溉服务主体可以分为农户(专业大户和一般农户)、农民专业合作社和专业技术服务公司;并且在前期的推广和发展过程中,节水灌溉服务主体有两种运作模式:一种按照无偿服务模式运作,另一种是按照有偿服务模式运作<sup>[24]</sup>。服务供给作为农户支付决策的外生变量,在农户决策与收入效应之间可能起到工具变量的作用。另外,耕地禀赋是生态脆弱区农户农业生产的前提基础,包括家庭的耕地面积、耕地的细碎化程度、耕地所处的周边自然环境

等;因此,耕地自然禀赋作为农业生产的前提要素,可能在农户节水灌溉支付决策的收入效应关系中,产生外生的影响。

## 2.2 节水灌溉服务支付决策收入效应假说提出

### 2.2.1 节水灌溉服务支付决策对农业收入的影响

从计划行为理论的角度来看,农户的生产决策是建立在效用最大化基础上的一种理性行为<sup>[25,26]</sup>,其主要是在对事物前期认知的基础上,表达出来的一种意愿以及后续采取的决策行为。因此,本文分析农户节水灌溉支付决策主要从农户的支付意愿和支付行为两个角度来进行分析<sup>[27]</sup>。但是,由于现有研究中常常发现农户对节水灌溉的支付意愿和支付行为存在“悖离”现象<sup>[28]</sup>,即农户可能对节水灌溉有支付意愿,但由于种种外在条件不足等原因,并没有产生实际的节水灌溉支付行为。与那些对节水灌溉没有支付意愿的农户相比,对节水灌溉有支付意愿的农户往往具有更强的生产积极性。因此,有必要区别分析有节水灌溉支付意愿和有节水灌溉支付行为农户的收入差异性。另外,从生态脆弱区的农户特点来看,其往往以农业为支柱产业,主要依靠种植业等农业收入来维持日常的农业生产经营活动。而在一定技术水平下,农户农业收入的多少主要取决于其所投入的资本、劳动力和耕地禀赋。不同于传统的农业生产方式,节水灌溉服务具有一定的商品属性,农户可以通过支付一定的费用获得相应的节水灌溉服务。事实上,这种费用能改变农户在农业生产经营过程中的资本投入,特别是在生态脆弱的干旱区地区,在水价固定的前提下,农户只需要支付一定的费用就可以享受到个人或组织等外部供给主体提供的节水灌溉服务。作为一种外部引进的技术,外部供给主体提出的节水灌溉服务一般比农户依靠传统的农业生产方式更具专业性,其不仅提高了水资源的使用效率,还会影响农业产出,进而影响收入水平。基于上述分析,提出假说:

H1:农户对节水灌溉服务的支付意愿越强,其家庭农业收入越高。

H2:农户节水灌溉服务支付行为越积极,其家庭农业收入越高。

### 2.2.2 节水灌溉服务支付决策对非农收入的影响

农户非农收入是指除了农业生产经营所得以



外的收入,如非农务工的工资性收入、财产性收入以及转移性收入等。结合调研区域情况,生态脆弱区的农户家庭劳动力主要从事农业生产经营活动,因此通过识别和分析劳动力在农业生产经营活动中的析出和转移情况,以判断其所获得的务工工资收入、财产性收入以及转移性收入,从而计算得出其所得到的非农收入。一般而言,当农户通过支付一定费用获得节水灌溉服务时,农户劳动力的析出可以获得一定的闲暇,并使更多处在闲暇的劳动力通过从事短期或者中长期务工获得一定的工资性收入,或通过投资运输机械、农业机械等获得一定的财产性收入。当然,无论是闲暇还是务工,都取决于农户的决策<sup>[27]</sup>。理论上而言,在个体理性假设下,农户愿意支付一定服务费用或实际产生支付行为的前提是基于其在闲暇时间产生的工资性收入或财产性收入大于其通过自身灌溉产生的农业收入。当然,这里假定农户自己开拖拉机、耕种收割机等所产生的财产性收入不受节水灌溉服务支付决策的影响。但是,由于农户并非完全理性的经济人,因此用代表农户机会偏好、风险态度等因素的支付意愿来反映农户非理性预期的成分,即以支付意愿来反映农户对节水灌溉服务心理期望效用,支付意愿会影响劳动力务工获取非农收入。更进一步,农户节水灌溉服务支付行为会影响农业生产的劳动力配置,所以劳动力在购买节水灌溉服务后,非农性收入等其他收入也会产生一定程度的影响。基于上述分析,提出假说:

H3:农户对节水灌溉服务的支付意愿越强,其家庭劳动力务工获取非农收入的可能性越大。

H4:农户节水灌溉服务支付行为越积极,其家庭劳动力务工获取非农收入的可能性越大。

### 2.2.3 节水灌溉服务支付决策对收入感知的影响

从个体决策视角来看,农户对收入水平的主观判断会影响其由收入比较带来的幸福感<sup>[30]</sup>。农户对收入的感知是基于其在过去形成的经验的基础上对当前实际收入所作出的一种心理判断,也可以理解为农户对自身地位的敏感程度<sup>[31]</sup>,其主要表现为农户在绝对收入前提下渴望收入如何支配的一种心理感知<sup>[32]</sup>。具体而言,收入感知一方面是指农户在与周边农户实际收入差距的一种自我认知,体现了对收入比较的自我感知水平;另一方面,收入感

知也是农户对当前收入情况的满意程度,如果农户感觉当前收入较低,在渴望的驱动下,将愿意接触更多的机会和更大的风险来实现绝对收入的提高。农户对节水灌溉服务的支付决策是建立在收入渴望心理作用下的一种行为支配,其更多是期待获得更多收入或者更加公平收入条件下的一种支付意愿和支付行为。因此,农户对节水灌溉服务的支付决策结果可以作为农户对实现收入渴望的前提,是农户收入感知的前置因素。另外,节水灌溉服务供给情况是农户节水灌溉服务支付决策影响收入感知的一种外在决定因素。一般而言,农户所在的外部环境决定其是否容易获得节水灌溉服务,进而对节水灌溉服务支付产生不同的支付意愿、支付行为和收入感知。基于上述分析,提出假说:

H5:农户对节水灌溉服务支付意愿越强,其收入感知越高。

H6:农户对节水灌溉服务支付行为越积极,其收入感知越高。

H7a:服务供给在农户支付意愿影响收入感知中起调节作用。

H7b:服务供给在农户支付行为影响收入感知中起调节作用。

## 3 研究方法

### 3.1 数据来源及样本描述

#### 3.1.1 数据来源

本文使用的数据来源于作者带领课题组成员于2018年12月对新疆的调查,分别选择天山以北的昌吉州和以南的巴州入户调研。新疆是中国西北的干旱区,荒漠与绿洲并存的生态环境敏感脆弱,农户生计情况总体不容乐观,随着农业开发的深入,生态环境恶化的趋势明显。由于干旱的气候环境制约,水资源是决定干旱半干旱的生态脆弱区农业发展的限制因素,新疆农业生产用地主要表现为水资源的短缺带来的土壤沙化、盐碱化等问题。天山是新疆南北的分界线,降水量呈现北疆多南疆少的特征,天山南北坡绿洲农业区也是国内最早推行节水灌溉技术的地区之一,“坎儿井”技术便是早期新疆特有节水灌溉技术的代表<sup>[33]</sup>;20世纪90年代中期开始,就已经大面积推行膜下滴灌技术;20多年来,高效节水灌溉技术的推广获得显著成效,节水灌溉服务呈现出个体承包户、农民专业合作社和

2022年4月

节水技术服务公司3类主体<sup>[24]</sup>。同时,天山南北坡是新疆最重要的粮棉生产基地,也是全疆人口最集中、城市建设最密集的区域,因此选择天山北坡的昌吉州和南坡的巴州作为地区代表。

依据经济水平、地理区位和耕地资源禀赋,昌吉州选取3个样本县(市),分别是昌吉市、玛纳斯县和呼图壁县;巴州选择4个样本县(市),包括库尔勒市、轮台县、尉犁县、和硕县。每个样本县(市)选取3~4个不同种植和人口结构的代表性乡镇,每个乡镇按照同样标准分层抽取3~4个样本村,每个样本村随机选取6~8户进行一对问卷访谈,访谈对象主要是户主或者家庭生产经营决策者。本次调研共发放问卷650份,对回收的问卷数据进行识别检验,在有效性分析的基础上,剔除无效样本后,留下613份有效问卷,有效率为94.31%。问卷涉及的主要调查内容包括农户户主信息、家庭劳动力基本信息、耕地种植信息、收入信息、生产服务获取信息、节水灌溉信息等。

### 3.1.2 样本描述

调查的样本户基本特征(表1)。613个样本农户中,户主平均年龄为50.79岁,主要集中在46~55岁;户主受教育程度大多为初中水平;有11.42%的户主是党员身份;2018年家庭总收入平均值为

18.64万元,但是38.99%的农户总收入在5万元及以下,可见收入分布不均。农户耕地面积(包括流转的耕地)平均值为8.17 hm<sup>2</sup>,而规模小于等于5 hm<sup>2</sup>的农户占57.1%;农户耕地灌溉收费方式主要是按面积(亩)收费,平均每亩水费为173.87元,除了按亩收费,还有按用水立方、用水时长和水电费收费的方式,部分农户的收费方式存在交叉情况,即至少有两种收费方式。从节水灌溉服务的供给情况来看,有49.76%的农户所在村有个体或组织来提供节水灌溉服务,从农户采纳的情况来看,127户支付了节水灌溉服务,占比为20.72%,其中北坡79户、南坡48户,呈现北多南少的特征。而实际上就总样本户数而言,天山北坡266户、南坡347户,这说明经济相对发达的北坡农户采纳节水灌溉服务的比例较高。总体来看,样本对生态脆弱区农户节水灌溉服务分析具有典型代表性。

## 3.2 变量测度

### 3.2.1 被解释变量

依据前文理论分析,本文模型中的被解释变量有3个:①农户农业收入,考虑到个别农业收入为0、取对数无意义的情况,需要对0变量加上0.001<sup>[34]</sup>;②农户的非农收入,生态脆弱区农户以种植业收入为主,非农收入主要来源于打工、非农经营(购买农

表1 样本农户的基本特征及节水灌溉服务支付情况

Table 1 Basic characteristics and water-saving irrigation service payment of sample farming households

指标及分类		户数	占比/%	指标及分类		户数	占比/%
户主年龄/岁	≤45	185	30.18	耕地面积/hm <sup>2</sup>	≤1	91	14.85
	46~55	248	40.46		(1, 5]	259	42.25
	56~65	127	20.72		(5, 15)	199	32.46
	≥66	53	8.65		≥15	64	10.44
户主受教育程度	小学及以下	230	37.52	灌溉收费方式	按亩收	277	45.19
	初中	304	49.59		按用水立方收	114	18.60
	高中(中专)	60	9.79		按用水时间收	159	25.94
	高中以上	19	3.10		按水电费收	63	10.28
户主党员	是	70	11.42	节水灌溉服务供给	所在村有服务个体或组织	305	49.76
	否	543	88.58		所在村没有服务个体或组织	308	50.24
2018年家庭总收入/万元	≤5	239	38.99	节水灌溉服务支付	是	127	20.72
	5~15	174	28.38		否	486	79.28
	15~30	98	15.99	地区分布	北坡(北疆) <sup>(a)</sup>	266	43.39
	≥30	102	16.64		南坡(南疆)	347	56.61

注:(a)新疆以天山为界,分为北疆和南疆,代表疆内的区域差异性,包括气候、人文、农业生产等特征,由于天山南北坡是主要的绿洲农业灌溉区,其农业、城市、人口都主要集中在天山山脉附近,因此南北坡基本代表了南北疆的情况。

机获得的财产收入、开店收入等)、畜牧养殖<sup>①</sup>等,以2018年家庭非农收入之和度量,为连续变量;③农户的收入感知,即农户收入主观排序,也即农户对过去一年自家在本村收入的排序的一个主观感知。各变量的含义及描述性统计见表2。

3.2.2 解释变量

(1)关键解释变量。本模型分析中的关键解释变量包括农户的节水灌溉支付意愿、支付行为和农户支付后的务工选择。①支付意愿表示农户是否愿意支付费用购买外部个人或组织提供的节水灌溉服务;②支付行为表示农户2018年节水灌溉服务的实际购买情况;③农户的务工选择之所以选为关键解释变量,原因在于支付行为产生后,农户家中劳动力需要重新配置,而劳动力在农业和非农之间的分配比例,决定了农户的非农收入,反过来也可

能对农户节水灌溉服务支付决策产生前置性的影响。

(2)控制变量。户主作为一家生产决策主体,具有绝对的家庭权威,所以选择户主禀赋作为控制变量,包括户主年龄、户主年龄平方、户主受教育程度、户主受教育程度平方、户主(是否)党员。生态脆弱的干旱区是农业生产的外部环境,所以选择能代表生态脆弱性和干旱特性的变量作为生态特征控制变量,包括耕地盐碱度、滴灌面积占比和水资源保障度。其中,水资源保障度表示农业灌溉用水的可获得性和稳定性,依据预调研时与农户访谈总结得出。另外,耕地禀赋作为农业生产的外置因素应予以控制,所以引入耕地面积、耕地细碎度。考虑到区域之间的差异,还引入了地区虚拟变量,以农户是否为北疆地区来度量。

表2 模型中各变量的含义及描述性统计结果

Table 2 Meaning and descriptive statistics of the variables in the model

变量分类	变量名称	含义	均值	标准差
被解释变量	农业收入	2018年种植业生产收入/万元	17.57	30.89
	非农收入	2018年非农收入/万元	1.07	3.50
	收入感知	感觉自家在本村的收入排序,1=极低,2=低,3=有点低,4=适中,5=有点高,6=高,7=很高	3.66	1.34
关键解释变量	支付意愿	是否愿意支付费用购买节水灌溉服务,0=否,1=是	0.26	0.44
	支付行为	已经支付费用购买了节水灌溉服务,0=否,1=是	0.21	0.41
	务工选择	是否有人在本村或村以外的地方打工(农业和非农业)、养殖、开店、驾驶等,0=否,1=是	0.25	0.43
控制变量	户主年龄	户主实际年龄/岁	50.79	11.03
	年龄平方	户主实际年龄平方	2701.48	1143.93
	户主受教育程度	1=没上过学(文盲),2=小学,3=初中,4=高中(中专),5=大专及以上	2.70	0.88
	受教育程度平方	1=没上过学(文盲),2=小学,3=初中,4=高中(中专),5=大专及以上	8.05	4.96
	户主党员	户主是否党员,0=否,1=是	0.11	0.32
	耕地盐碱度	1=没有盐碱化,2=少部分耕地轻度,3=一部分耕地中度,4=大部分耕地重度,5=所有耕地重度盐碱化	1.88	0.97
	滴灌面积占比	家中滴灌面积/总耕地面积	0.79	0.39
	水资源保障度	1=用水高峰期很难保障;2=用水高峰期要排队等待;3=基本有保障,但是存在用水不公的现象;4=基本保障,问题不大;5=有保障,特别干旱年份可能存在问题;6=有保障,目前没出过问题;7=完全有保障,不用操心	4.30	1.99
	耕地面积	实际耕种面积/hm <sup>2</sup>	8.17	16.84
	耕地细碎度	家中耕地总块数	4.21	4.55
	是否北疆	南疆=0,北疆=1	0.43	0.50
工具变量	服务供给	所在村是否有提供节水灌溉服务的个体或组织,0=否,1=是	0.50	0.50

注:表中涉及的耕地全部为农户2018年实际农业耕种的面积,包括集体分配的耕地、开荒耕地以及流转的耕地;未标注年份的全部为截至2018年底的数据。

① 本文农业收入指农户通过种植经营直接获取的收入,不包括畜牧养殖收入。



2022年4月

### 3.2.3 调节变量

农户的节水灌溉支付决策以及务工情况可能与农户的收入相互影响,从而存在内生性,导致回归结果有偏。原因在于,愿意支付费用购买节水灌溉服务的农户可能也是收入较高的农户,而实际采纳了节水灌溉服务,又进而促进了收入的增加。为了规避模型中的内生性问题,本文以节水灌溉服务供给情况作为工具变量,以农户所在村是否有节水灌溉服务供给个体或组织来度量,具有外生性;而且一般来说,外部节水灌溉服务供给越多,农户决策过程中的采纳概率越大,因此“服务供给”是一个合适的工具变量。

## 3.3 模型设定

### 3.3.1 农业收入模型

农户的农业收入作为因变量的回归模型中,考虑到农业收入为连续变量,宜采用多元线性回归模型,可采用OLS模型进行估计,但是分析节水灌溉服务决策对农业收入的影响时,可能存在互为因果的内生性问题。因此,引入工具变量(服务供给),进一步采用2SLS模型进行估计,并采用豪斯曼检验,检验解释变量的内生性。模型如式(1)和(2):

$$\begin{cases} will_i = supply + r_1 X + e_1 \\ hire_i = supply + will_i + r_2 X + e_2 \end{cases} \quad (1)$$

$$\ln crop\_in_i = \alpha' + \beta'_1 will_i + \beta'_2 hire_i + \rho X + \varepsilon' \quad (2)$$

式中:  $hire_i$  表示农户  $i$  的支付行为;  $supply$  表示工具变量“服务供给”;  $will_i$  表示农户  $i$  的支付意愿;  $X$  表示控制变量;  $r_1$ 、 $r_2$  为控制变量系数;  $crop\_in_i$  表示农户  $i$  的农业收入;  $\alpha'$ 、 $\beta'_1$ 、 $\beta'_2$ 、 $\rho$  为待估计参数;  $e_1$ 、 $e_2$ 、 $\varepsilon'$  为随机误差项。

### 3.3.2 非农收入模型

生态脆弱区的农户以种植业为主,随着农业生产中社会化服务的引入,农户通过支付机械类服务、节水灌溉服务等,劳动力从种植业中析出,可以在本村附近或外出打工、养殖、经营开店以及技术类劳务输出等;此外,补贴收入和转移支付收入对大部分农户来说相对较少,本文不作讨论。因此,农户获得非农收入的过程可以划分为两个阶段,第一阶段是农户的选择行为,即农户家中是否有人在本村或村以外的地方打工、养殖、开店、驾驶等;第二阶段是劳动力从种植业析出后从事务工(农业和非农业)后获得的非农收入。只有观测到农户是否

有劳动力从事非农工作,才能进一步观测到此部分农户获得的非农收入金额。分析样本是选择偏误后的断尾数据,为解决选择偏差,采用 Heckman 两阶段模型进行分析。Heckman 两阶段模型涉及两个方程,即选择模型和结果模型。选择模型采用 Probit 回归,如式(3);分析农户是否参与非农工作,对 Probit 回归结果计算的逆米尔斯比引入结果模型,如式(4);采用 OLS 回归,分析非农务工选择、节水灌溉服务支付决策和控制变量对非农收入的影响。

$$Prob(W_i^* = 1 | decis_i, X) = \varphi(\beta' decis_i + \theta X) \quad (3)$$

$$\begin{cases} W_i^* = 1 \\ wage\_in_i = \gamma Z_i + \lambda_i + \varepsilon'' \end{cases} \quad (4)$$

式中:  $W_i^*$  表示农户务工情况,  $W_i^* = 1$  表示农户家中有成员选择了务工;  $decis_i$  表示农户节水灌溉服务支付决策;  $\beta'$ 、 $\theta$  为待估系数;  $\varphi(\cdot)$  表示正态分布的概率函数;  $wage\_in_i$  表示农户  $i$  的非农收入;  $Z_i$  表示观测到的影响非农收入的自变量;  $\gamma$  为待估系数;  $\lambda_i$  表示逆米尔斯比;  $\varepsilon''$  为误差项。

### 3.3.3 收入感知模型

收入感知以农户在本村收入的感知排序结果来表示,是一组 7 分位的“排序数据”,对于排序数据采用潜变量法来推导极大似然(MLE)估计。假设  $Y_i^*$  代表农户收入感知排序的隐含变量,  $U_i^m$  是影响农户收入感知排序的解释变量,则模型可表示为:

$$Y_i^* = \beta^m U_i^m + \varepsilon''' \quad (5)$$

式中:  $\beta^m$  是待估参数;  $\varepsilon'''$  是误差项。收入感知排序分类变量  $Y_i$  的划分标准表示如式(6):

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{if } Y_i^* \leq \mu_1 \\ 2 & \text{if } \mu_1 < Y_i^* \leq \mu_2 \\ 3 & \text{if } \mu_2 < Y_i^* \leq \mu_3 \\ 4 & \text{if } \mu_3 < Y_i^* \leq \mu_4 \\ 5 & \text{if } \mu_4 < Y_i^* \leq \mu_5 \\ 6 & \text{if } \mu_5 < Y_i^* \leq \mu_6 \\ 7 & \text{if } \mu_6 < Y_i^* \end{cases} \quad (6)$$

式中:  $\mu_j$  表示临界值,且满足  $\mu_{j-1} < \mu_j$ ;  $j \in [1, 2, \dots, 7]$  表示收入等级;假设  $\varepsilon''' \sim N(0, 1)$ , 则:

$$P(Y_i = j | U_i^m) = 1 - \Phi(\mu_{j-1} - \beta^m U_i^m) \quad (7)$$

式中:  $\Phi(\cdot)$  为标准正态分布累计密度函数。通过上式可以得出农户收入感知排序的似然函数,以及 MLE 估计量,采用 Ordered Probit 模型进行分析。

由于节水灌溉服务供给的外部性,采用分组比

较的办法,了解服务供给变量在农户节水灌溉服务支付决策与收入感知效应之间的调节作用<sup>[35]</sup>。

## 4 结果与分析

采用 Stata 15.0 统计软件分析节水灌溉支付决策的收入效应各模型,包括 OLS、2SLS、Heckman 两阶段、Ordered Probit 及调节效应分组模型。

### 4.1 节水灌溉服务支付决策与农户农业收入

农户农业节水灌溉服务支付决策中的支付意愿和支付行为变量之间的相关性(皮尔逊卡方检验值为 0.44\*\*),可能导致回归分析的多重共线性,因此 OLS 分别分析了支付意愿、支付行为的农业收入效应以及同时考虑的结果,如表 3 模型 1 为考虑支付意愿的结果,模型 2 为考虑支付行为的结果,模型 3 为同时考虑支付意愿和行为的结果。另外,考虑到农户支付决策与收入之间的内生可能性,首先把工具变量“服务供给”分别作为影响“支付决策”的内生变量进行回归得到拟合值,将拟合值引入模型 1-3 对应的式子进行 2SLS 回归,得到模型 4-6<sup>②</sup>。比较模型 1-3 的  $R^2$ ,可以发现模型 3 与模型 2 相等,说明分别考虑支付意愿和支付行为的回归结果具有可取性,可以得出支付意愿和支付行为均对农业收入产生显著的正向影响。

对比模型 4-6 的  $R^2$  发现,模型 6 的  $R^2$  最大,模型 5 的  $R^2$  为 0,说明模型 6 以支付行为作为内生变量模型,且同时分析支付意愿和支付行为存在合理性。模型 4 和 6 的 Wald  $\chi^2$  检验值显著,也印证了支付决策内生性的存在。通过豪斯曼检验(Hausman specification test)判别 OLS 所得模型 2 与工具变量法 2SLS 所得模型 4 的有效性,发现豪斯曼检验显著拒绝原假设,  $Chi(1)=9.25***$ ,同理模型 3 和 6 的  $Chi(1)=9.50***$ ,即解释变量存在内生性,工具变量法是有效的。对比分析模型 2 和 3 发现,考虑支付意愿变量时,支付行为回归系数降低。比较模型 4 和 6 的支付决策回归系数发现,如果只考虑其中之一,支付意愿和支付行为都可能被高估或者低估;控制服务供给的情况下,考虑支付意愿后,支付行为回归系数变大且支付意愿对农户农业收入产生显著

负向影响,说明同一农户的支付意愿和支付行为存在“悖离”的现象。目前节水灌溉服务供给市场发展现状不完善,包括节水灌溉服务方式以个体农户居多,专业合作社服务点状分布,服务方式粗放或费用较高,虽然农户有节水灌溉支付意愿,但由于供给水平的限制,农户仍然不能发生实际的支付行为,印证了假设前提的合理性。综上分析,H1 和 H2 得到验证。同时,模型 2、3、4、6 均显示,农户务工情况变量显著负向影响农业收入,即农户家中成员在外务工的占比越大,相应农户的农业收入越低。

基于模型 6 的合理性,控制变量的分析主要以模型 6 的结果为准,表示户主禀赋的测量变量中,户主受教育程度对农业收入具有显著的正向影响,且存在显著的“倒 U 型”关系,表明受教育程度中等的农户,农业收入相对较多。表示生态特征的测量变量中,滴灌面积占比在 1% 的显著水平下,正向影响农户的农业收入;水资源保障度在 5% 的显著水平下,负向影响农户的农业收入,表明认为水资源保障度低的农户,农业收入反而较高,这可能与农户的农业种植结构带来的心理预期反差相关,例如干旱地区棉花等经济作物需水量较小麦等粮食作物多,但农业产出较大<sup>[16]</sup>。表示耕地禀赋的测量变量中,耕地面积对农业收入在 1% 的显著水平下产生正向影响,耕地细碎度在 5% 的显著水平下正向影响农业收入;从调查数据的相关性来看,块数与面积正相关,即块数越多的农户耕地面积越大,也因此农业收入越多;地区虚拟变量对农业收入在 10% 的显著水平下产生正向影响,表明北疆农户比南疆农户农业收入相对较高。

### 4.2 节水灌溉服务支付决策与农户非农收入

在 Heckman 两阶段模型分析之前,首先  $T$  检验比较有支付行为和没有支付行为的非农收入,结果差异较小(0.40)且不显著;同理,比较有支付意愿和没有支付意愿的非农收入差异也较小(0.04)且不显著。因此,支付决策只可能直接对务工选择造成影响,对非农收入结果不造成直接影响,所得非农收入效应如表 3<sup>③</sup>,逆米尔斯比在 5% 的显著水平下为

② 分别将支付意愿和支付行为作为内生变量进行 2SLS 回归,而支付意愿作为内生变量且不考虑支付行为时,所得 2SLS 模型整体不显著,限于篇幅,没有展示回归结果。

③ 分别分析支付意愿和支付行为对非农收入的 Heckman 两阶段模型和表 3 中给出的同时分析结果具有一致性,且逆米尔斯比显著,限于篇幅,没有展示回归结果。



2022年4月

表3 节水灌溉支付决策对农户农业收入和非农收入的影响

Table 3 Impact of farming households' water-saving irrigation service payment decision on their agricultural income and non-agricultural income

变量名称	农业收入						非农收入	
	OLS			2SLS			Heckman 两阶段	
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6	非农选择	收入结果
支付意愿	0.4685*** (0.1249)		0.0257 (0.1258)		-3.3571** (1.6217)	-0.3527* (0.1828)	0.0733 (0.1467)	
支付行为		1.3911*** (0.1359)	1.3798*** (0.1467)	2.5244*** (0.4142)	2.8559*** (0.7353)	2.5592*** (0.4261)	0.2306 (0.1893)	
务工选择	-0.1426 (0.1226)	-0.2090* (0.1147)	-0.2091* (0.1148)	-0.2745** (0.1218)	-0.1924 (0.1687)	-0.2659** (0.1828)		
户主年龄	-0.0219 (0.0312)	-0.0263 (0.0291)	-0.0265 (0.0291)	-0.0337 (0.0305)	-0.0027 (0.0442)	-0.0305 (0.0303)	-0.0274 (0.0322)	-0.6682** (0.3085)
年龄平方	0.0001 (0.0003)	0.0001 (0.0003)	0.0001 (0.0003)	0.0002 (0.0003)	-0.0002 (0.0004)	0.0002 (0.0003)	0.0002 (0.0003)	0.0079*** (0.0029)
户主受教育程度	-0.0043 (0.2667)	0.2677 (0.2505)	0.2668 (0.2508)	0.5110* (0.2746)	0.3917 (0.3729)	0.4985* (0.2722)	-0.0179 (0.2844)	6.0369** (2.7420)
受教育程度平方	0.0168 (0.0467)	-0.0386 (0.044)	-0.0383 (0.0440)	-0.0850* (0.0486)	-0.0879 (0.0688)	-0.0853* (0.0485)	0.0202 (0.0497)	-0.9625** (0.4823)
户主党员	0.3225* (0.1672)	0.2289 (0.1564)	0.2288 (0.1565)	0.1381 (0.1662)	0.2392 (0.2298)	0.1487 (0.1649)	0.0285 (0.1814)	-1.6372 (1.7369)
耕地盐碱度	0.1230** (0.0559)	0.1028** (0.0522)	0.1026* (0.0522)	0.0798 (0.0551)	0.1315 (0.0779)	0.0852 (0.0546)	-0.0655 (0.0627)	1.4145** (0.6470)
滴灌面积占比	1.0274*** (0.1455)	0.9830*** (0.1356)	0.9811*** (0.1360)	0.9078*** (0.1439)	1.2299*** (0.2322)	0.9416*** (0.1420)	0.1174 (0.1577)	-0.3923 (1.5315)
水资源保障度	-0.0341 (0.0269)	-0.0451* (0.0251)	-0.0451* (0.0251)	-0.0551** (0.0264)	-0.0491 (0.0369)	-0.0544** (0.0263)	-0.0093 (0.0295)	0.0326 (0.3080)
耕地面积	0.0021*** (0.0002)	0.0014*** (0.0002)	0.0014*** (0.0002)	0.0008** (0.0003)	0.0015*** (0.0003)	0.0009*** (0.0003)	-0.0017*** (0.0006)	0.0080 (0.0059)
耕地细碎度	0.0349*** (0.0121)	0.0292** (0.0113)	0.0291** (0.0114)	0.0218* (0.0121)	0.0440** (0.0181)	0.0242** (0.0119)	-0.0588*** (0.0185)	0.5456** (0.2701)
是否北疆	0.3634*** (0.1139)	0.2808*** (0.1060)	0.2784*** (0.1068)	0.1603 (0.1182)	0.5931*** (0.2169)	0.2058* (0.1137)	-0.0291 (0.1242)	-2.0966* (1.1963)
服务供给							0.3018** (0.1249)	
R <sup>2</sup>	0.3639	0.4459	0.4459	0.3816	0.0000	0.3860		
F统计值	26.36***	37.07***	34.37***					
Wald $\chi^2$ 检验				383.08***	277.58***	399.45***	32.85***	
逆米尔斯比							-8.29**	

注:OLS、2SLS模型结果系数为回归系数,括号中数字为稳健标准误;选择模型系数为平均边际效应,采用德尔塔方法得出标准误,即表中括号内的数值;\*、\*\*和\*\*\*分别表示在10%、5%和1%的统计水平上显著,下同。为节省篇幅,表中没有列出2SLS第一阶段的回归结果。

-8.29,表明样本存在选择性偏误,采用Heckman两阶段模型具有合理性<sup>[36]</sup>。结果显示,农户节水灌溉服务支付意愿和支付行为均对务工选择产生正向影响,但均不显著,可能的原因在于生态脆弱区的耕地资源相对充裕,农户以种植业为主,务工所得非农收入总量相对较少。H2和H3得到部分验证。

户主禀赋测量变量中,户主年龄对非农收入在5%的统计水平下,产生显著负向影响,且年龄平方对非农收入有显著正向作用,表明青壮年农民的非农收入较多,随着年龄增加,非农就业能力减弱,非农收入也相应降低。户主受教育程度对非农收入有显著的正向影响,且存在显著的“倒U型”关系,

但受教育程度的系数 6.04 显著大于受教育程度平方的系数绝对值 0.96, 表明受教育程度越高的农户, 非农收入越高。生态特征的测量变量中, 耕地盐碱度对非农收入在 5% 的显著水平下有正向影响, 说明耕地盐碱化程度越高的农户家庭, 外出获得的非农收入越多, 即生态脆弱越严重, 农户越趋向于通过务工来获得家庭收入。耕地禀赋的测量变量中, 耕地面积和细碎度对务工选择有显著的负向作用, 即耕地面积和细碎度越大的农户选择外出务工的可能性越小。地区虚拟变量在 10% 的统计水平下,

显著负向影响非农收入, 表明北疆农户的非农收入水平低于南疆农户非农收入, 这与农业收入情况正好相反, 说明南北疆区域生态差异造就了耕地禀赋差异, 产生农业和非农收入差异。节水灌溉服务供给变量在 5% 水平下, 显著正向影响农户非农务工选择, 表明所在村庄有节水灌溉服务供给个体或组织的农户比没有的农户, 更有可能参与非农工作。

#### 4.3 节水灌溉服务支付决策与农户收入感知

如表 4 所示, 在分析节水灌溉服务支付决策的收入感知效应时, 分别分析支付意愿和支付行为对

表 4 节水灌溉支付决策对农户收入感知的影响及服务供给的调节效应

Table 4 Impact of water saving irrigation service payment decision on farming households' income perception and regulatory effect of service supply

变量名称	全样本			有供给		无供给			
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 7	模型 8	模型 9
支付意愿	0.2056** (0.1010)		0.1018 (0.1074)	0.2821** (0.1396)	0.0753 (0.1504)			0.1772 (0.1517)	0.0076 (0.1595)
支付行为		0.4136*** (0.1169)	0.3694*** (0.1259)			0.3915*** (0.1438)	0.4014 (0.2931)	0.3105* (0.1596)	0.3964 (0.3107)
务工选择	0.2226** (0.0979)	0.2066** (0.0981)	0.2063** (0.0981)	0.1477 (0.1336)	0.2593* (0.1506)	0.1242 (0.1336)	0.2620* (0.1496)	0.1343 (0.1339)	0.2611* (0.1507)
户主年龄	-0.0031 (0.0249)	-0.0037 (0.0249)	-0.0046 (0.0249)	-0.0068 (0.0322)	0.0203 (0.0412)	-0.0140 (0.0324)	0.0170 (0.0411)	-0.0125 (0.0324)	0.0168 (0.0413)
年龄平方	-0.0001 (0.0002)	-0.0001 (0.0002)	-0.0001 (0.0002)	0.0001 (0.0003)	-0.0003 (0.0004)	0.0002 (0.0003)	-0.0003 (0.0004)	0.0002 (0.0003)	-0.0003 (0.0004)
户主受教育程度	0.1470 (0.2129)	0.2247 (0.2145)	0.2215 (0.2145)	0.0515 (0.2966)	0.3947 (0.3214)	0.1320 (0.2992)	0.4273 (0.3221)	0.1296 (0.2992)	0.4265 (0.3224)
受教育程度平方	-0.0258 (0.0373)	-0.0423 (0.0376)	-0.0409 (0.0377)	-0.0021 (0.0499)	0.0816 (0.0591)	-0.0203 (0.0506)	-0.0888 (0.0592)	-0.0183 (0.0506)	-0.0885 (0.0594)
户主党员	0.1273 (0.1333)	0.1030 (0.1336)	0.1028 (0.1336)	0.2281 (0.1796)	-0.0495 (0.2054)	0.1946 (0.1805)	-0.0388 (0.2055)	0.1951 (0.1805)	-0.0390 (0.2056)
耕地盐碱度	0.1131** (0.0447)	0.1087 (0.0447)	0.1080** (0.0447)	-0.0620 (0.1729)	0.1320** (0.0634)	0.0685 (0.0642)	0.1288** (0.0634)	0.0637 (0.0644)	0.1289** (0.0634)
滴灌面积占比	0.0699 (0.1164)	0.0632 (0.1163)	0.0557 (0.1165)	-0.0620 (0.1729)	0.1340 (0.1643)	-0.1037 (0.1743)	0.1596 (0.1645)	-0.1099 (0.1745)	0.1590 (0.1651)
水资源保障度	0.0256 (0.0214)	0.0228 (0.0215)	0.0229 (0.0215)	0.0416 (0.0318)	0.0039 (0.0297)	0.0408 (0.0318)	0.0008 (0.0298)	0.0406 (0.0318)	0.0008 (0.0298)
耕地面积	0.0010*** (0.0002)	0.0008*** (0.0002)	0.0008*** (0.0002)	0.0008*** (0.0002)	0.0020*** (0.0008)	0.0008*** (0.0002)	0.0019** (0.0008)	0.0007*** (0.0002)	0.0019** (0.0008)
耕地细碎度	0.0183* (0.0097)	0.0170* (0.0097)	0.0170* (0.0097)	0.0257** (0.0131)	0.0070 (0.0151)	0.0239* (0.0131)	0.0065 (0.0151)	0.0238* (0.0131)	0.0065 (0.0151)
是否北疆	0.0931 (0.0909)	0.0786 (0.0907)	0.0693 (0.0912)	0.2268 (0.1284)	-0.0900 (0.1340)	0.2101 (0.1284)	-0.0797 (0.1331)	0.1956 (0.1290)	-0.0806 (0.1343)
样本量	613	613	613	305	308	305	308	305	308
LR $\chi^2$	75.15***	83.54***	84.44***	48.36***	32.37***	51.70***	33.99***	53.07***	34.00***
准 $R^2$	0.0364	0.0405	0.0409	0.0465	0.0321	0.0497	0.0338	0.0510	0.0338

注: Ordered Probit 回归结果系数是估计的边际效应, 括号内数字为标准误。

2022年4月

收入感知的影响。比较表4中模型1-3的准 $R^2$ ,都保持在0.04左右,因此,以单独的支付意愿和支付行为的结果为主进行分析。从模型可以看出,支付意愿在5%的显著水平下,对农户收入感知产生正向影响,即农户节水灌溉支付意愿越强烈,农户感知到自家在本村的收入水平越高,H5得到验证。从模型2看出,支付行为在1%的显著水平下,正向影响农户收入感知,表明农户节水灌溉服务支付的可能性越大,农户感知到在本村的收入水平越高,H6得到验证。采用分组比较法,比较节水灌溉服务供给外生变量在支付决策与收入感知之间的调节作用,所得结果如表4的模型4-9。比较模型4、6和8的准 $R^2$ ,发现基本在0.05左右;同时,比较模型5、7和9的准 $R^2$ ,基本在0.03左右;因此。调节作用的结果同样以单独的支付意愿和支付行为的结果为主进行分析,即以模型4-7的结果为主。比较模型4和5,农户所在村有节水灌溉服务供给的支付意愿显著高于没有服务供给的情况,因此,节水灌溉服务供给在农户支付意愿对收入感知的影响中存在调节作用,H7a得到验证;同理比较模型6和7,农户支付行为在有服务供给和没有供给的情况下,系数差异不大,但是有供给的农户所在村,支付行为对收入感知有显著影响,而没有供给的情况下,支付行为对收入感知的影响不显著,因此H7b得到部分验证。

从模型1和2来看,农户的务工情况对收入感知产生显著正向影响,表明越是可能外出务工的农户,越是认为自家在本村的收入排行较高。从模型4-7比较来看,所在村没有节水灌溉服务供给的农户,收入感知显著高于有节水灌溉服务供给的农户收入感知,表明节水灌溉服务供给在务工情况对收入感知的影响中存在显著调节作用。表征生态特征的测量变量中,模型8和9表明,耕地盐碱度对农户收入感知的影响在没有服务供给的情况下显著为正,在有供给的情况下不显著;从模型4-7可以看出,节水灌溉调节作用中,没有节水灌溉供给的农户显著高于有供给的农户,说明节水灌溉服务供给在耕地盐碱度影响收入感知的路径中存在显著调节作用。耕地禀赋变量中,从模型1和2可以看出,耕地面积对农户收入感知具有显著正向影响,表明农户的种植面积越大,感觉自己在本村的收入水平

越高;耕地细碎度对农户收入感知具有显著正向影响,即农户家中耕地块数越多,收入感知越高;这可能是由于,本研究区地势平坦、耕地连片度高,呈现块数越多面积越大的特征,进而感知收入水平也越高。

## 5 结论与讨论

### 5.1 结论

本文以新疆生态脆弱区的613户农户调查数据,在理论分析的基础上,实证研究了农户农业节水灌溉服务支付决策对其收入的影响。研究结果表明:

(1)农户支付决策中,支付意愿和支付行为存在“悖离”,但均对农业收入有显著正向影响,意味着节水灌溉服务意愿转换为行为仍存在障碍,也反映了农户对服务供给的渴望。

(2)支付意愿和支付行为均对务工选择产生正向影响;生态脆弱区农户以种植业为主,务工所得非农收入相对较少,但生态脆弱性越严重,农户越倾向于通过非农务工获得家庭收入。

(3)支付意愿和支付行为对收入感知水平均产生显著正向影响,节水灌溉服务供给在农户支付意愿和支付行为对收入感知的影响中存在调节作用。表明节水灌溉服务的普及能提升农户对收入水平的满足度和幸福感。

### 5.2 讨论

根据以上研究结论,为了促进农业节水灌溉服务在生态脆弱区的发展,从农户的角度提高农户的支付意愿和支付行为,进而实现农业收入和非农收入的增加以及生态脆弱区收入水平的均衡发展,本文提出如下政策启示:

(1)政府部门、专业合作社以及农业节水灌溉公司等多元主体,应以服务效应价值为基础,构建良好的农业节水灌溉服务供给体系,为生态脆弱的干旱区农户提供价廉质优的外部农业服务体系,促进农户的支付意愿转为支付行为。同时,吸纳农户劳动力参与节水灌溉服务供给体系,为农户提供更多的非农就业机会,促进农户多元增收。

(2)应从农户渴望实现收入提高的角度解决大多生态脆弱区常见的收入不均等问题。要让更多农户有较高的幸福感,需要从完善节水灌溉服务体系着手,保护好生态脆弱区的耕种环境,激励农户



种植适合区域发展的高产出农作物,进而使农户的收入水平在区域之间均衡发展,改善农户的福利,为脱贫攻坚战略在生态脆弱区的实现提供抓手。

最后,本文有以下研究展望:首先,研究采用的是新疆农户的截面数据,不能较好反映农户收入的时间序列变化情况,所以未来将进一步跟踪生态脆弱区农户的收入变动、支付行为等的时间序列数据。其次,对于农户支付决策采用了哑变量,以及耕地禀赋采用农户记忆的数据,存在较多的误差可能性,未来分析中可更加细分决策量表并借助更多测量工具,以规避数据不精确误差。

### 参考文献(References):

- [1] 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. [Sun 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.]
- [2] Darko R O, Yuan S Q, Hong L, et al. Irrigation, a productive tool for food security: A review[J]. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science, 2016, 66(3): 191-206.
- [3] Anantha K H, Garg K K, Barron J, et al. Impact of best management practices on sustainable crop production and climate resilience in smallholder farming systems of South Asia[J]. Agricultural Systems, 2021, DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103276.
- [4] Molden D, Burton M, Bos M G. Performance assessment, irrigation service delivery and poverty reduction: Benefits of improved system management[J]. Irrigation and Drainage, 2007, 56(2): 307-320.
- [5] Buisson M C, Balasubramanya S. The effect of irrigation service delivery and training in agronomy on crop choice in Tajikistan[J]. Land Use Policy, 2019, 81: 175-184.
- [6] Leigh N G, Lee H. Evaluation of implementation strategies of on-site water-conserving technologies in three urban neighborhoods [J]. Journal of Water Resources Planning and Management, 2020, DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001185.
- [7] Caswell M F, Zilberman D. The choices of irrigation technologies in California[J]. American Journal of Agricultural Economics, 1985, 67(2): 224-234.
- [8] 李煜阳,陆迁,贾彬,等. 劳动力外出务工对农户水土保持技术采用的影响: 基于集体行动参与的中介效应[J]. 资源科学, 2021, 43(6): 1088-1098. [Li Y Y, Lu Q, Jia B, et al. Effects of labor migration on farmers' soil and water conservation technology adoption decisions: The mediation effect of participation in collective actions[J]. Resources Science, 2021, 43(6): 1088-1098.]
- [9] Eric C S, Marshall W F, Robert S W, et al. Adoption of more technically efficient irrigation system as a drought response[J]. Water Resource Development, 2005, 21(4): 651-662.
- [10] Salazar C, Rand J. Production risk and adoption of irrigation technology: Evidence from small-scale farmers in Chile[J]. Latin American Economic Review, 2016, 25(2): 2-37.
- [11] Molden D, Burton M, Bos M G. Performance assessment, irrigation service delivery and poverty reduction: Benefits of improved system management [J]. Irrigation and Drainage, 2007, 56(2-3): 307-320.
- [12] Mboyerwa P A, Kibret K, et al. Evaluation of growth, yield, and water productivity of paddy rice with water-saving irrigation and optimization of nitrogen fertilization[J]. Agronomy, 2021, 1629(8): 2-22.
- [13] 梁杰,高堃,高强,等. 交易成本、生产成本与农业生产环节外包: 基于农地禀赋效应调节视角[J]. 资源科学, 2021, 43(8): 1589-1604. [Liang J, Gao K, Gao Q, et al. Transaction cost, production cost, and agricultural production outsourcing: Based on the perspective of agricultural endowment adjustment[J]. Resources Science, 2021, 43(8): 1589-1604.]
- [14] 谢先雄,邓悦,刘霁瑶,等. 休耕对农户非农就业的影响[J]. 资源科学, 2021, 43(2): 280-292. [Xie X X, Deng Y, Liu J Y, et al. Impact of fallow on off-farm employment of farmers[J]. Resources Science, 2021, 43(2): 280-292.]
- [15] 许朗,王宁. 农业水价对不同种植规模农户节水行为的影响研究: 基于对石津灌区的调查研究[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(11): 81-88. [Xu L, Wang N. Influence of agricultural water price on water saving behavior of farmers with different planting scales[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2021, 35(11): 81-88.]
- [16] 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 L, Chu L Q, Jiang Z D. Influence of technology cognition and risk perception on the willingness to adopt soil and water conservation tillage technologies and its inter-generational differences[J]. Resources Science, 2020, 42(4): 763-775.]
- [17] Masai B, Ng'Ombe J N. Does a market systems approach revitalize small holder irrigation schemes? Evidence from Zimbabwe[J]. Sustainable Agriculture Research, 2019, 8(2): 36-45.
- [18] 陈飞,翟伟娟. 农户行为视角下农地流转诱因及其福利效应研究[J]. 经济研究, 2015, 50(10): 163-177. [Chen F, Zhai W J. Research on the incentives and welfare effects of farmland transfer from the perspective of farmers' behavior[J]. Economic Research,

2022年4月

- 2015, 50(10): 163–177.]
- [19] 陈雪婷, 黄炜虹, 齐振宏, 等. 生态种养模式认知、采纳强度与收入效应: 以长江中下游地区稻虾共作模式为例[J]. 中国农村经济, 2020, (10): 71–90. [Chen X T, Huang W H, Qi Z H, et al. Cognition, adoption intensity and income effect of ecological planting and breeding models: A case study of the rice–shrimp co-cropping model in the middle and lower reaches of the Yangtze River[J]. Chinese Rural Economy, 2020, (10): 71–90.]
- [20] 程名望, 李礼连, 张家平. 空间贫困分异特征、陷阱形成与致贫因素分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(2): 1–10. [Cheng M W, Li L L, Zhang J P. Spatial poverty differentiation, trap formation and poverty factors[J]. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(2): 1–10.]
- [21] Simon H A. A behavioral model of rational choice[J]. Quarterly Journal of Economics, 1955, 69(1): 99–118.
- [22] Ray D. Aspirations, Poverty, and Economic Change[M]. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- [23] 王文略, 朱永甜, 黄志刚, 等. 风险与机会对生态脆弱区农户多维贫困的影响: 基于形成型指标的结构方程模型[J]. 中国农村观察, 2019, (3): 64–80. [Wang W L, Zhu Y T, Huang Z G, et al. The impact of risks and opportunities on multidimensional poverty of farmers in ecologically vulnerable areas: An analysis based on a structural equation model with formative indicators[J]. China Rural Survey, 2019, (3): 64–80.]
- [24] 杨文光, 朱美玲. 服务经济学范式的节水灌溉服务成本、定价比较分析[J]. 节水灌溉, 2019, (8): 120–123. [Yang W G, Zhu M L. Comparative analysis of cost and pricing of water saving irrigation service based on service paradigm[J]. Water Saving Irrigation, 2019, (8): 120–123.]
- [25] Danso G K, Jeffrey S R, Dridi C, et al. Modeling irrigation technology adoption and crop choices: Gains from water trading with farmer heterogeneity in Southern Alberta, Canada[J]. Agricultural Water Management, 2021, DOI: 10.1016/j.agwat.2021.106932.
- [26] Von Neumann J, Morgenstern O. Theory of Games and Economic Behavior[M]. Princeton: Princeton University Press, 1947.
- [27] Ajzen I. The theory of planned behavior[J]. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1991, 50(2): 179–211.
- [28] 余威震, 罗小锋, 李容容, 等. 绿色认知视角下农户绿色技术采纳意愿与行为悖离研究[J]. 资源科学, 2017, 39(8): 1573–1583. [Yu W Z, Luo X F, Li R R, et al. The paradox between farmer willingness and their adoption of green technology from the perspective of green cognition[J]. Resources Science, 2017, 39(8): 1573–1583.]
- [29] 段培, 王礼力, 罗剑朝. 种植业技术密集环节外包的个体响应及影响因素研究: 以河南和山西 631 户小麦种植户为例[J]. 中国农村经济, 2017, (8): 29–44. [Duan P, Wang L L, Luo J C. Individual response to and determinants of outsourcing of technology-intensive processes in crop farming: Evidence from 631 wheat farmers in Henan and Shanxi Provinces[J]. Chinese Rural Economy, 2017, (8): 29–44.]
- [30] 杨灿. 中等收入者主观认同感与社会态度研究[J]. 北京社会科学, 2019, (4): 91–104. [Yang C. The identification and social attitude of middle class in China[J]. Social Sciences of Beijing, 2019, (4): 91–104.]
- [31] 杨柳, 郑振华. 收入越高农民工越有安全感吗? 政策敏感度视角下的群体分化特征研究[J]. 财经科学, 2019, (3): 79–91. [Yang L, Zheng Z H. The more income, the more security of migrant workers? Group differentiation feature from a perspective of sensitivity to policies[J]. Finance and Economics, 2019, (3): 79–91.]
- [32] 尤亮, 刘军弟, 霍学喜. 渴望、投资与贫困: 一个理论分析框架[J]. 中国农村观察, 2018, (5): 29–44. [You L, Liu J D, Huo X X. Aspirations, investment and poverty: A new theoretical framework of analysis[J]. China Rural Survey, 2018, (5): 29–44.]
- [33] 苏芸. 资源禀赋对农业技术诱致性选择研究: 以兵团棉花滴灌技术为例[J]. 科研管理, 2013, 34(2): 145–151. [Su H. The resource endowment induced option of agricultural technology-taking cotton water-saving drip irrigation technology of Xinjiang Production and Construction Corps as an example[J]. Science Research Management, 2013, 34(2): 145–151.]
- [34] 林惠凤, 刘某承, 杨伦, 等. 干旱区农户灌溉方式选择的影响因素: 以河北省张北县为例[J]. 干旱区研究, 2020, 37(2): 523–531. [Lin H F, Liu M C, Yang L, et al. Study on the determinants of agricultural water-saving technologies: A case in Zhangbei County, Hebei Province, China[J]. Arid Zone Research, 2020, 37(2): 523–531.]
- [35] 温忠麟, 侯杰泰, 张雷. 调节效应与中介效应的比较和应用[J]. 心理学报, 2005, (2): 268–274. [Wen Z L, Hou J T, Zhang L. A comparison of moderator and mediator and their applications[J]. Acta Psychologica Sinica, 2005, (2): 268–274.]
- [36] Duan P, Chen S D, Zhang H, et al. Grain for Green Project in farmers' minds: Perceptions, aspirations and behaviours in eco-fragile region, Xinjiang, China[J]. International Journal of Climate Change Strategies and Management, 2021, 13(2): 191–207.

# Payment decisions on water-saving irrigation services and farming households' incomes: Based on survey data in the ecologically fragile areas of Xinjiang, China

DUAN Pei<sup>1</sup>, LIU Run<sup>1</sup>, CHEN Shengdong<sup>2</sup>, LI Min<sup>3</sup>

(1. College of International Trade, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China; 2. Research Department, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China; 3. College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

**Abstract:** Agricultural water-saving irrigation services are an important direction for improving the livelihoods of farming households in ecologically fragile areas, and farmers' payment decisions determine the income effect of water-saving irrigation services. Based on a sample survey of 613 rural households in seven counties (cities) in Changji and Bazhou, Xinjiang in December 2018, this study used multiple linear regression, Heckman two-stage model, and ordered probit model to analyze the effects of farmers' water-saving irrigation service payment decisions on agricultural income, non-agricultural income, and income perception; the instrumental method was used to deal with the endogenous nature of payment decisions; and the grouping model was used to analyze the regulating effect of service supply. The empirical results show that: (1) Both the willingness to pay and the payment behavior have a significant positive impact on agricultural income, but there is a divergence between the willingness to pay and the payment behavior. (2) Both willingness to pay and payment behavior have a positive impact on the choice of laborers, but in ecologically fragile areas, farmers have very few opportunities for generating non-agricultural income. (3) Farmers' income from planting was the main source of family income. The more adequate supply of services, the more farmers participate in non-agricultural employment. The willingness to pay and the payment behavior have a significant positive impact on the perceived income level. Furthermore, the supply of water-saving irrigation services has a moderating effect on the impact of farmers' willingness to pay and payment behavior on the income perception. This study broadened the theoretical and practical exploration of agricultural service outsourcing in water-saving irrigation, and may provide some reference for the promotion of water-saving irrigation services in arid and semiarid ecologically fragile areas in China and internationally based on the perspective of farmers' income effects.

**Key words:** water-saving irrigation services; payment decision; income effect; Heckman two-stage model; Ordered Probit model; moderating effect; ecologically fragile areas; Xinjiang, China