中国生态农业学报(中英文)
Chinese Journal of Eco-Agriculture

农户分化视角下农业水价政策改革与节水技术采用倾向研究

刘维哲，王西琴

Agricultural water price policy reform and water saving technology adoption tendencies from the perspective of farmers' differentiation: Based on a survey in Hebei Province

LIU Weizhe and WANG Xiqin

在线阅读 View online: https://doi.org/10.12357/cjea.20210330

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

农户稀缺感知、超采认知对地下水灌溉用水效率的影响——基于河北地下水超采区457个农户调研数据

Impact of farmers' scarcity perception and overdrawn cognition on efficiency of groundwater irrigation: based on the survey data of 457 farmer households in groundwater overdraft area of Hebei Province

中国生态农业学报(中英文). 2021, 29(5): 929–936

绿色防控技术采纳行为的影响因素和生产绩效研究——基于四川省水稻种植户调查数据的实证分析

Impact factors and production performance of adoption of green control technology: An empirical analysis based on the survey data of rice farmers in Sichuan Province

中国生态农业学报(中英文). 2020, 28(1): 136–146

信息素养、绿色防控技术采用行为对农户收入的影响

The impact of information literacy and green prevention–control technology adoption behavior on farmer household income

中国生态农业学报(中英文). 2020, 28(11): 1823–1834

政策激励、生态认知与农户有机肥施用行为——基于有调节的中介效应模型

Relationship between policy incentives, ecological cognition, and organic fertilizer application by farmers: Based on a moderated mediation model

中国生态农业学报(中英文). 2021, 29(7): 1274–1284

转换灌溉方式对农户种植决策和经济的影响——以河北省张北县为例

Effect of irrigation method on farmers' planting decision and the economy: A case in Zhangbei County, Hebei Province

中国生态农业学报(中英文). 2019, 27(8): 1293–1300

技术感知、环境认知与农业清洁生产技术采纳意愿

Technical perception, environmental awareness and adoption willingness of agricultural cleaner production technology

中国生态农业学报(中英文). 2018, 26(6): 926–936

关注微信公众号，获得更多资讯信息

中国生态农业学报(中英文) 2022 年 1 月 第 30 卷 第 1 期
Chinese Journal of Eco-Agriculture, Jan. 2022, 30(1): 166−174

DOI: 10.12357/cjea.20210330

刘维哲, 王西琴. 农户分化视角下农业水价政策改革与节水技术采用倾向研究——基于河北地区农户调研数据[J]. 中国生态农业学报 (中英文), 2022, 30(1): 166−174

LIU W Z, WANG X Q. Agricultural water price policy reform and water saving technology adoption tendencies from the perspective of farmers' differentiation: Based on a survey in Hebei Province[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2022, 30(1): 166−174

农户分化视角下农业水价政策改革与节水技术采用倾向研究*
——基于河北地区农户调研数据

刘维哲, 王西琴**

(中国人民大学农业与农村发展学院 北京 100872)

摘 要: 作为农业水资源管理机制的重要创新, 农业水价政策改革旨在从需求侧管理角度出发引导农民进行灌溉行为的调整。本文以河北农业水价改革地区为研究对象, 实证检验了水价政策改革对节水技术采用的影响, 并基于技术属性和禀赋差异探讨了农户分化在技术采用中的倾向差异。研究发现: 1) "超用加价"模式的水价政策改革显著促进了节水技术的使用; 2) 农户分化导致了节水技术选择中存在倾向差异, 低兼业农户倾向于使用抗旱品种和传统节水技术, 高兼业农户倾向于仅使用抗旱品种, 水价改革并未有效促进农户使用喷灌、滴灌等现代节水设施; 3) 提升农民对节水技术有效性认知和水资源稀缺预期, 降低农民对节水技术使用的风险性感知可有效促进农户使用节水技术, 家庭非农就业程度对节水技术采用具有显著负向影响。未来应进一步推进水价政策改革试点, 同时需关注节水技术属性特点进行针对性推广。

关键词: 农业水价政策改革; 节水技术采用; 农户分化; 选择倾向; 河北地区

中图分类号: F303.4 **开放科学码(资源服务)标识码(OSID):**

Agricultural water price policy reform and water saving technology adoption tendencies from the perspective of farmers' differentiation: Based on a survey in Hebei Province*

LIU Weizhe, WANG Xiqin**

(School of Agricultural Economics and Rural Development, China Renmin University, Beijing 100872, China)

Abstract: Agricultural water price policy reform is an important innovation in agricultural water resource management that aims to guide farmers in adjusting their irrigation behavior in response to demand-side management. In this study, we considered the agricultural water price reform in Hebei Province as the research topic and use empirical tests to assess the influence of water price policy reform on farmer adoption of water-saving technology. Herein, we discussed the differences in farmer perspectives regarding the adoption of water-saving technology based on technical attributes and variation in farmers endowment. The results indicated that: 1) the "raising price for exceeding amount" water price policy reform mode altered the relative economy of water-saving technology usage

* 国家水体污染控制与治理科技重大专项 (2018ZX07111001) 和中国人民大学 2019 年度拔尖创新人才培育计划资助

** 通信作者: 王西琴, 主要研究方向为资源管理与环境经济。E-mail: wxiqin@ruc.edu.cn

刘维哲, 主要研究方向为资源管理与环境经济。E-mail: liuvzhe@126.com

收稿日期: 2021-05-31 接受日期: 2021-08-03

* This study was supported by the National Major Science and Technology Program for Water Pollution Control and Treatment of China (2018ZX07111001) and the Outstanding Innovative Talents Cultivation Funded Programs 2019 of Renmin University of China.

** Corresponding author, E-mail: wxiqin@ruc.edu.cn

Received May 31, 2021; accepted Aug. 3, 2021

and promoted the use of water-saving technologies. 2) Farmer differentiation led to differences in water-saving technology selection; more specifically, low part-time farmers (proportion of non-agricultural income < 50%) preferred to use drought-resistant varieties and traditional water-saving technologies, whereas high part-time farmers (proportion of non-agricultural income > 50%) preferred to use drought-resistant varieties only. Additionally, the water price policy reform did not effectively promote the use of sprinkler and drip irrigation of farmers. 3) Improving farmer awareness of the effectiveness of water-saving technology and the reality of water scarcity forecasts, as well as reducing the risk perception of farmers to the use of water-saving technology, effectively benefited the adoption of water-saving technology. Finally, the degree of non-agricultural employment was found to have a significant negative impact on the local use of water-saving technology. Based on these results, we suggested the following implications for policy: 1) the continuation of vigorous agricultural water price policy reform promotion and the improvement of the reform system and mechanism design; 2) the strengthening of water-saving technology advocation and ensuring the appropriate promotion of technical attribute characteristics;. 3) focusing on differences in the endowments of farmers and striving to alleviate endowment constraints; 4) increasing publicity efforts aiming to enhance farmer awareness of water-saving technologies and water regimes, as well as helping farmers establish the appropriate water-saving awareness and water use concepts. This study provides empirical support for the practical effects of water price policy reform. Additionally, it is subdivided according to the attribute differences of various water-saving technology elements and describes farmers irrigation adaptation behavior in detail.

Keywords: Reform of agricultural water price policy; Water-saving technology adoption; Farmers' differentiation; Selection tendency; Hebei Province

华北地区作为我国主要粮食产区, 农业生产的规模和强度在过去几十年中迅速扩大, 农业部门水资源供需矛盾尤为突出[1]。这进一步加剧了地下水超采, 并继而引发了一系列生态环境问题。单纯依靠低价供给的水资源管理方式造成农业用水浪费、效率低下, 带来的环境负外部性日益凸显。大力推广节水技术成为保障区域水资源安全和生态安全, 从而推动农业现代化可持续发展的实现路径[2]。近年来, 尽管节水设施灌溉面积实现了大幅的增长, 但是在基层推广中仍面临着众多阻碍, 节水技术的推广并未得到农民群体的广泛认可[3]。在此背景下, 农业水价政策改革得到国家的大力推行, 旨在通过完善定价机制, 向农民释放价格信号, 提高政策激励效果, 引导农民进行节水技术调整, 从而实现降低用水量, 提高用水效率的目标。此外, 农户作为节水灌溉技术采用的决策主体, 采用哪类节水技术, 直接影响着农田灌溉用水效率和节水农业的发展[4]。随着近年来非农就业规模的扩大, 农户在资源禀赋上的个体差异加大, 不同农户面临的约束条件不同, 必然导致农户的行为目标与选择差别, 从而诱发农户产生不同的政策响应行为。因此, 在农户分化背景下, 对水价政策效应探讨离不开对农户分化异质性的考虑。

目前学界对农业水价政策效应研究积累了一定的成果, 为本文提供了诸多有益视角[5], 但现有对水价政策改革的研究仍非常有限, 多是定性分析[6]。且对于水价政策改革的效果尚存在争论, 一些学者认为水价政策可以在不影响农户收益的情况下实现节水[7-8]。也有一些学者并不看好政策前景, 认为存在高执行成本、农户多元化阻碍, 甚至还有可能衍生"超用补贴"风险[9-10]。此外, 对节水技术采用的研究多是以农户意愿[11-12], 或某一种技术的采纳行为分析[13-14], 鲜有基于节水技术属性差异分类的深入探讨, 以及从农户禀赋差异视角对不同技术采纳的动机、需求和行为差异的研究[15]。鉴于此, 本文以河北地区作为研究区域, 基于对调研农户的微观数据, 实证检验水价政策改革以及其他农户特征对节水技术采用的影响, 并进一步从农户分化视角出发, 研究在面临水价政策改革时不同兼业程度农户对各类节水技术选择的倾向差异, 为未来节水技术高效推广提供借鉴与依据。

1　研究背景与假说

河北省农业水价政策改革自 2014 年开始试点, 2016 年试点县 63 个, 至 2017 年扩大到 161 个。经过几年的探索, 形成了以灌溉用水"超用加价"模式为主流的改革模式, 政府根据地区水资源禀赋、气候条件和作物生长特点划分水权额度和灌溉定额, 在农户用水量较低时, 仅需支付基准水价, 还可获得节水奖励, 随着农民用水量的提升, 农民开始支付超额加价, 同时获得的节水奖励也在减少, 在未改革地区仍按照统一计量的基准水价进行收费。水价政策改革直接关系农户的灌溉成本。农户采用节水灌溉技术是有一定成本和风险的, 一项节水灌溉技术推广需要具备经济上的可推广性。当灌溉成本较低时, 节水带来的效益体现并不明显, 农户往往没有主动采用节水技术的积极性。随着用水成本的提高, 节水所带来的收益随之增加, 农户可以采取节水技术灌溉来实现节约灌溉用水而达到降低成本的目的。在统一价格的农业水价政策下, 水资源的定价即为农

民灌溉的边际成本, 此时农户只接收到低价水的价格信号, 缺乏节约水资源的动力。在水价政策改革地区, 一方面, 通过明确水权额度和灌溉定额, 向农户传递目标用水量, 给予农户清晰的节水目标预期, 提高农户节约灌溉用水意识。另一方面, 由于水权额度设计在相对较低水平, 绝大多数农户的作物用水量都会超过这一额度, 超额水价的安排使得高水价成为农户面临的价格信号, 对用水量高的农户形成经济上的惩罚, 提升了农户不使用节水技术的成本; 而节水奖励设置则提高了农户使用节水技术的预期收益, 从而改变节水技术使用的相对经济性从而形成激励。因此, 在水价政策改革地区, 定价机制的改变影响了农业用水户基于节水技术使用所产生的效益回报预期和该项技术经济成本的权衡结果, 会考虑进行灌溉技术的采用。因此, 本文提出研究假说:

H1: 水价政策会影响农户对节水技术的采用, 相较于统一水价地区, 在实行水价政策改革地区, 农户对节水技术的采用可能性更大。

Kabunga 等[16] 在强调信息重要性的同时, 提出不同农户由于禀赋具有异质性, 其行为决策也存在显著差异。本文重点关注农户分化和经营规模带来的差异, 参照郑旭媛等[15] 的研究, 农户异质性主要包括资本、劳动力禀赋和风险偏好。本文根据农户家庭非农就业程度将农户划分为高兼业农户和低兼业农户。高兼业农户在非农就业中投入较多的劳动力, 获得的非农就业收入也较高, 因此其劳动力资源相对匮乏, 但是资金约束较为宽松, 此外由于非农就业分散了农业生产的风险, 因此高兼业农户对风险的抵抗能力较强。而低兼业农户则刚好相反, 其家庭务农劳动力较为充裕, 但存在着较强资本约束和风险厌恶程度 (表 1)。

本文进一步将主要的农业节水技术根据风险、劳动、资本属性特点进行分类。第一种是抗旱品种技术, 即使用新的抗旱品种替换旧有品种, 新品种技术可以节约水资源消耗, 农户需增加少量资本投入用于购买新品种种子, 但同时节约灌溉成本, 总体资本投入变化不大, 对劳动力的需求不变, 但会增加一定的产出不确定性。第二种是传统节水技术, 包括平整土地、覆盖地膜、秸秆还田等技术, 该类节水技术资本投入较小, 在农户中有一定的普及, 风险相对较小, 但需要在技术使用阶段增加大量劳动力投入。第三种技术是现代节水设施, 主要包括喷灌、滴灌、微灌等技术, 该类技术节水效果较好, 能明显节约劳动投入, 但是资本投入相对较高, 另外由于农户对该类技术了解程度较低, 在技术使用中具有一定不确定性。由此可以推断, 面对水价政策的变化, 农户对灌溉技术使用的决策往往基于技术属性特征和家庭初始资源禀赋优势, 从而呈现出技术选择倾向差异。

表 1 不同节水技术属性与农户选择

Table 1 Attribute and selection of different water-saving technologies

节水技术种类 Type of water-saving technology	不确定性 Uncertainty	劳动投入 Labor input	资本投入 Capital input	选择该技术农户类型 Farmers type choosing this technology
抗旱品种 Drought-resistant varieties	增加 Increase	不变 Unchanged	不变 Unchanged	高兼业户、低兼业户 High level part-time farmers, low level part-time farmers
传统节水技术 Traditional water-saving technology	不变 Unchanged	增加 Increase	增加 Increase	低兼业户 Low level part-time farmers
现代节水设施 Modern water-saving facilities	增加 Increase	减少 Reduce	增加 Increase	高兼业户 High level part-time farmers

本文提出如下研究假说:

H2: 低兼业农户资本约束较强, 风险厌恶程度高, 但面临的劳动力约束弱, 在水价政策改革时, 倾向选择抗旱品种和传统节水技术。

H3: 高兼业农户劳动力约束较强, 资金约束相对宽松, 对风险抵抗能力较强, 在水价政策变动改革时, 倾向选择抗旱品种和现代灌溉设施节水技术。

2 研究设计与变量选择

2.1 模型设定

本文主要考察农业水价政策改革对农民节水技术采用的影响, 这一部分计量模型设定为:

$$\mathrm{WSI}_i = \alpha_i + \beta_i \mathrm{Reform}_i + \sum \sigma_i X_i + f_t + \xi_r + \varepsilon_i \quad (1)$$

式中: WSI_i为农民 i 节水技术采用行为, 以是否使用节水技术作为被解释变量; 核心自变量 Reform 为是否进行水价政策改革的虚拟变量, 其回归系数 β_i反映了水价政策改革对节水技术采用的影响; α_i为常数项, f_t和ξ_r分别为时间和地区固定效应; X_i为一系列会影响节水技术的控制变量, 主要包括农户个人特征、家庭状况、主观认知、生产特征等; σ_i为各控指变量估计系数, ε_i为随机误差项。

我们进一步按照本文理论部分对节水技术进行分类, 依据技术属性分为抗旱品种、传统灌溉技术、

现代节水设施 3 类, 将农户按照兼业程度和经营规模分组后，分别研究水价政策对不同节水技术选择的影响, 计量模型设定为:

$$\mathrm{WSI}_{i1} = \alpha_i + \beta_i \mathrm{Reform}_i + \sum \sigma_i X_i + f_t + \xi_r + \varepsilon_i \quad (2)$$

$$\mathrm{WSI}_{i2} = \alpha_i + \beta_i \mathrm{Reform}_i + \sum \sigma_i X_i + f_t + \xi_r + \varepsilon_i \quad (3)$$

$$\mathrm{WSI}_{i3} = \alpha_i + \beta_i \mathrm{Reform}_i + \sum \sigma_i X_i + f_t + \xi_r + \varepsilon_i \quad (4)$$

式中: WSI_{i1}、WSI_{i2}和 WSI_{i3}分别为使用抗旱品种、传统节水技术和现代灌溉设施。其他参数及变量同基准模型相同。

2.2　变量选取

因变量: 本文基准模型的主要被解释变量为农户是否采用节水技术。参照佟大建等[17] 的方法, 将“是否采用节水技术”设置为虚拟变量, 农户在地块中使用任何一种节水技术, 即视为采用节水技术。在农户节水技术选择倾向模型中, 参照黄腾等[18] 的方法进一步将节水技术进行分类, 根据风险、资本、劳动力投入差异分为抗旱品种、传统节水技术、现代节水设施 3 类作为因变量。

关键自变量: 本研究的核心自变量为是否进行农业水价政策改革, 为村级尺度虚拟变量, 主要是通过询问村干部以及村民关于是否进行水价政策改革回答的匹配情况来确定, 当村干部和村民普遍都确定回答进行水价政策改革时, 则该村为水价政策改革村。在调研中我们发现存在着名义上的水价政策改革村, 即村干部回答该村为水价政策改革村, 但普通村民普遍不知道水价政策改革, 对该种类型村不视为进行了水价政策改革村。

其他控制变量: 现有研究表明, 节水技术采纳受多方面因素影响。本文参照已有研究文献选取控制变量, 主要包括以下几方面: 农户个人特征, 包括农户性别、年龄、文化程度、从事农业年限、户口类型。家庭经营特征, 包括兼业程度、务农劳动力人数、家庭经济水平、经营规模、家庭土地块数。主观认知特征, 包括对节水技术有效性认知、使用节水技术风险感知、未来水资源稀缺预期。生产经营特征, 包括水资源短缺状况、作物类型、土地产权是否为流转、土质类型。上述各变量的定义、赋值及均值统计如表 2 所示。

2.3　研究区域与数据来源

以河北水价政策改革典型地区为研究区域。河北是我国典型干旱缺水地区, 水资源量仅占全国水资源总量的 0.6%, 人均水资源占有量仅 335 $m^3 \cdot a^{-1}$, 不足全国平均水平的 1/6。其中, 地下水作为河北地区主要用水来源, 近年来超采严重, 水资源短缺矛盾较为突出。此外, 河北省是全国首批农业水价改革试点地区, 且由于地下水是主要用水来源, 农业用水成本较高, 农民对水价政策变化较为敏感。课题组选取河北省沧州、邯郸和石家庄 3 个市, 抽样选取南皮县、元氏县、献县、海兴县、成安县共 5 个县、100 余个村, 分别于 2019 年和 2020 年调研了农户农业生产情况。为保证调研数据的真实性和有效性, 通过预调研对问卷进行了优化, 并对调研员进行了培训。通过入户调研或在田间地头访谈等方式收集问卷数据, 所有调查问卷由课题组成员填写。本文选取符合相关要求的农户问卷共 918 份, 地块信息 1365 份。问卷内容涉及农户个人及家庭基本信息、生产种植投入产出、水资源及灌溉设施使用、节水技术认知及采用意愿、水价政策改革认知等情况。需要注意的是, 所有县均为水价政策改革试点地区, 但由于水价政策改革是渐进推行, 并不是整县推进, 各试点地区均只有部分村进行了水价政策改革。

3　实证结果分析

表 3 为基于全部地块层面样本的水价政策改革对农户节水技术采用的回归结果, 模型 (1)–(6) 均以节水技术采用为被解释变量, 依次增加控制变量, 估计了农业水价政策改革对节水技术采用的影响。回归结果中, 在控制其他变量后, 农业水价政策改革变量的估计系数均为正, 分别为 0.416、0.369、0.409、0.302、0.297 和 0.276, 均通过了 $P<1\%$ 统计水平的显著性检验, 这与预期结果一致, 且回归结果显著性未发生变动, 说明结果总体有效。实施水价政策改革会影响农户对节水技术的采用, 相较于统一水价地区, 在实行水价政策改革后, 农户用水成本增加, 同时使用节水技术后不仅能减少超额水价部分的用水量, 还能获得节水奖励, 从而提高了使用节水技术预期收益与使用成本的比值, 农户采用节水技术的可能性更大, 假说 H1 得到验证。

农户个人特征变量中, 仅文化程度变量通过了显著性检验, 对节水技术采用有正向影响, 可能的原因是, 文化程度一定程度上能衡量个体认知和学习能力, 受教育水平越高的农户, 其对采用节水技术必要性的认知越强, 也更容易学习和掌握节水技术。家庭经营特征变量中兼业程度对节水技术采用具有显著负向影响。这与现实情况相符, 以非农就业为主的家庭, 家庭主要劳动力投入到农业生产中相对较少, 同时由于农业生产经营收入占家庭收入比重

表 2 模型关键变量定义及统计结果
Table 2 Definition and statistics of key variables of model

变量名称 Variable name	变量定义 Definition	均值 Mean value
节水技术采用 Water saving-technology adoption	0=否; 1=是 0=no; 1=yes	0.41
水价政策改革 Reform of agricultural water price policy	0=否; 1=是 0=no; 1=yes	0.18
性别 Gender	0=女; 1=男 0=female; 1=male	0.92
年龄 Age		54.51
受教育程度 Education level	1=文盲; 2=小学; 3=初中; 4=高中或中专; 5=大专及以上 1=illiteracy; 2=primary school; 3=junior middle school; 4=high school or technical secondary school; 5=college or higher	2.66
务农年限 Farming years	从事农业生产的时间 Time engaged in agricultural production (a)	32.18
户口类型 Account type	0=农业户口; 1=非农业户口 0=agricultural account; 1=non-agricultural account	0.99
兼业程度 Concurrent business degree	家庭非农收入比例 Proportion of non-agricultural income	0.61
家庭务农劳动力数量 Number of farming labors	家庭中从事务农的劳动力人数 Number of farming labor of household	2.31
家庭经济水平 Economic level of household	1=较低; 2=中等偏下; 3=中等; 4=中等偏上; 5=较好 1=low; 2=below average; 3=medium level; 4=above average; 5=high	2.33
家庭经营规模 Planting scale	hm^2	0.89
土地块数 Number of cultivated land	该作物耕地细分块数 Number of subdivided plots of cultivated land	3.85
节水技术有效性认知 Cognition on the effectiveness of water-saving technology	1=完全不认同; 2=不太认同; 3=一般; 4=比较认同; 5=完全认同 1=totally disagree; 2=not so agree; 3=general agree; 4=quite agree; 5=totally agree	3.12
节水技术风险感知 Risk cognition of water-saving technology	1=完全不认同; 2=不太认同; 3=一般; 4=比较认同; 5=完全认同 1=totally disagree; 2=not so agree; 3=general agree; 4=quite agree; 5=totally agree	3.81
稀缺预期 Scarcity expectation	1=完全不认同; 2=不太认同; 3=一般; 4=比较认同; 5=完全认同 1=totally disagree; 2=not so agree; 3=general agree; 4=quite agree; 5=totally agree	4.42
水资源短缺状况 Water shortage status	1=非常充足; 2=比较充足; 3=刚好够用; 4=有些紧张; 5=严重缺乏 1=sufficient; 2=relatively sufficient; 3=just enough; 4=relatively shortage; 5=serious shortage	3.69
作物类型 Crop type	1=玉米; 2=小麦; 3=棉花 1=corn; 2=wheat; 3=cotton	1.76
流转土地 Transfer land	0=自有土地; 1=流转土地 0=self-owned land; 1=land transferred	0.87
土质类型 Soil type	1=沙土; 2=壤土; 3=黏土 1=sand; 2=loam; 3=clay	2.22

少, 农户对生产要素成本的变化并不敏感, 当水价政策改革带来用水成本变动时, 往往不会选择增加劳动和资金投入来使用节水技术。农户主观认知特征变量中, 节水技术有效性认知变量均通过了正向显著性检验, 这与相关研究结论一致[19]。由于当前节水技术信息的普及程度较低, 许多农户对于节水技术是否真正能节水, 能节约多少水缺乏客观认识, 这阻碍了农户对节水技术的采用, 当农户对节水技术效果认知越清晰, 越容易做出采用决策。节水技术风险感知变量通过了 $P<1\%$ 统计水平的负向显著性检验。根据技术扩散相关理论, 主体对一种新的生产技术采纳决策受其使用该项技术风险预期的影响, 当农民预感使用节水技术可能存在一定生产性风险时, 会阻碍其对新技术的采纳。水资源稀缺性预期变量通过了 $P<5\%$ 统计水平的显著性检验, 影响方向为正。这意味着当农户认识到未来水资源稀缺状况将加剧时, 越有可能采取节水技术。生产经营特征变量中, 水资源短缺状况对节水技术采用通过了 $P<10\%$ 统计水平的显著性检验, 在水资源越短缺地区, 农户越倾向于采用节水技术等方式来应对可能的干旱气候, 从而减少农业生产的产出损失。作物类型变量中, 以玉米作为参照组, 小麦和棉花均通过了显著性检验, 估计系数分别为 0.213 和 0.069。可能的原因是, 相对于玉米种植而言, 小麦生长周期中的灌溉用水较多, 棉花则需要更多的灌溉频次, 使用节水技术可以实现水量和劳动力的节约, 从而促使农户采用节水技术。

为进一步研究农户分化的节水技术选择倾向, 按照兼业程度将样本分为高低两组, 将家庭非农收入比重大于 50% 的农户划分为高兼业组, 比重低于 50% 的农户划分为低兼业组。基于农户层面数据进一步分别对抗旱品种、传统节水技术、现代节水设施 3 种节水技术进行回归, 结果如表 4 所示。模型 (1)−(3) 为低兼业组水价政策改革对 3 种节水技术的回归结果, 模型 (4)−(6) 为高兼业组的回归结果, 均控制了所有控制变量。回归结果显示, 无论高低兼业

表 3　水价政策改革对节水技术采用回归结果

Table 3　Regression results of reform of water price policy on water-saving technology adoption

变量 Variable	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
水价政策改革	0.416***	0.369***	0.409***	0.302***	0.297***	0.276***
Reform of water price policy	(0.034)	(0.037)	(0.028)	(0.021)	(0.018)	(0.020)
性别			−0.003	−0.005	0.002	0.002
Gender			(0.006)	(0.006)	(0.005)	(0.005)
年龄			−0.012	−0.036	−0.038	−0.027
Age			(0.037)	(0.037)	(0.028)	(0.029)
文化程度			0.072*	0.082**	0.069**	0.068**
Education level			(0.037)	(0.03)	(0.031)	(0.032)
从事农业年限			0.013	0.001	0.002	0.002
Farming years			(0.015)	(0.016)	(0.013)	(0.011)
户口类型			0.034	0.055	0.026	0.048
Account type			(0.069)	(0.073)	(0.058)	(0.060)
兼业程度				−0.021*	−0.017*	−0.016*
Concurrent business degree				(0.011)	(0.009)	(0.009)
家庭务农劳动力人数				0.104	0.039	0.021
Number of farming labors				(0.134)	(0.087)	(0.076)
家庭经济水平				0.022	0.028*	0.026
Economic level of household				(0.018)	(0.016)	(0.016)
家庭经营规模				0.017*	0.022	0.018
Planting scale				(0.009)	(0.014)	(0.012)
节水技术有效性认知					0.020**	0.021**
Cognition on the effectiveness of water-saving technology					(0.090)	(0.010)
节水技术风险感知					−0.133***	−0.118***
Risk cognition of water-saving technology					(0.026)	(0.035)
水资源稀缺预期					0.301**	0.208**
Scarcity expectation					(0.130)	(0.090)
水资源短缺状况						0.016*
Water shortage status						(0.009)
作物类型(参照组: 玉米) Crop type (control group: maize)						
小麦						0.213***
Wheat						(0.049)
棉花						0.069**
Cotton						(0.032)
土地产权						−0.001
Transfer land						(0.002)
土质类型						0.003
Soil type						(0.005)
地区虚拟变量 Regional dummy variable	未控制 Uncontrolled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled
时间虚拟变量 Time dummy variable	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled
常数项 Constant	0.351*** (0.0187)	0.349*** (0.133)	0.444* (0.231)	0.542*** (0.0169)	0.533*** (0.112)	0.648*** (0.149)
R^2	0.174	0.181	0.204	0.086	0.103	0.133
观测值 Observations	1365	1365	1365	1365	1365	1365

: $P<0.01$; **: $P<0.05$; *: $P<0.1$。括号内数值为回归结果的标准误。, ** and * mean significant correlation at $P<0.01$, $P<0.05$, $P<0.1$ levels, respectively. The values in brackets are the standard error of regression results.

组, 水价政策改革对采用抗旱品种的影响系数均显著为正。对于采用传统节水技术而言, 水价政策改革的影响仅在低兼业组中显著, 高兼业组中不显著, 水价政策改革对采用现代节水设施的影响系数则在两组中均不显著。说明水价政策改革对农户节水技术采用的影响中, 低兼业农户更倾向于使用抗旱品种和劳动力投入较多的传统节水技术, 假说 H2 得到验证。而对于高兼业农户, 仅更倾向于使用抗旱品

种技术, 高兼业组中传统节水技术和现代节水设施均未通过显著检验, 与本文假说 H3 存在一定不符。水价政策改革对高兼业农户采用现代节水设施未通过显著性检验, 可能的原因是, 当前水价政策改革对灌溉成本的调整幅度尚低于资金投入较高的现代节水设施, 使用现代节水设施的经济效益仍然低于水价政策的冲击, 因此即使资金约束较弱的高兼业农户也不会采用现代节水设施。

表 4 节水技术选择的农户分化异质性回归结果

Table 4 Regression results of differentiation heterogeneity of farmers on water-saving technolgy adopation

变量 Variable	低兼业组 Low level part-time farmers			高兼业组 High level part-time farmers		
	抗旱品种 Drought-resistant varieties	传统节水技术 Traditional water-saving technology	现代节水设施 Modern water-saving facilities	抗旱品种 Drought-resistant varieties	传统节水技术 Traditional water-saving technology	现代节水设施 Modern water-saving facilities
水价政策改革 Reform of agricultural water price policy	0.389*** (0.060)	0.586*** (0.041)	0.050 (0.041)	0.231*** (0.051)	0.345 (0.324)	0.033 (0.046)
控制变量 Control variable	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled
地区虚拟变量 Regional dummy variable	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled
时间虚拟变量 Time dummy variable	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled	已控制 Controlled
常数项 Constant	0.636* (0.371)	0.543** (0.252)	0.091*** (0.010)	0.217*** (0.041)	0.168*** (0.023)	0.126*** (0.013)
观测数 Observation	371	371	371	547	547	547
R^2	0.143	0.339	0.362	0.202	0.467	0.149

: $P<0.01$; **: $P<0.05$; *: $P<0.1$。括号内数值为回归结果的标准误。, ** and * mean significant correlation at $P<0.01$, $P<0.05$, $P<0.1$ levels, respectively. The values in brackets are the standard error of regression results.

为进一步验证不同兼业程度的农户在节水技术选择中的差异, 本文遵循现有文献的做法 (中共中央政策研究室农业农村部农村固定观察点办公室, 1997) 重新对兼业程度进行分组, 将农业经营收入占家庭总收入 80% 以上的农户称为纯农户, 占家庭总收入 50%~80% 的农户称为第一类兼业农户, 占家庭总收入 20%~50% 的农户称为第二类兼业农户, 占家庭总收入在 20% 以下的则统称为非农户。重新将农户划分为不同兼业类型农户, 分别以采用抗旱品种、传统节水技术、现代节水设施为被解释变量再次进行了检验。表 5 为回归结果, 在所有回归中均控制了各控制变量。

表 5 显示, 在所有兼业分组中, 水价政策改革对抗旱品种采用的影响均显著。从系数大小比较来看, 随着兼业程度的提高, 系数值逐渐降低, 说明对于兼业程度越高的农户, 水价政策改革在促进农户使用抗旱品种技术的影响随之下降。采用传统节水技术的回归结果显示, 在纯农户、一兼、二兼农户组中自变量依然通过显著性检验, 在非农户组中则未通过显著性检验。对于采用现代节水设施, 除一兼农户分组内通过了 $P<10\%$ 统计水平检验外, 水价政策改革在几乎所有兼业分组中均未通过显著性检验。这说明面对水价政策改革, 低兼业农户更倾向于采用传统节水技术, 而高兼业农户并不会, 同时对于不同兼业程度农户, 均不会因为水价政策改革选择使用现代节水设施。这与高低兼业分组的结果基本一致, 说明异质性结果分析总体可靠。

4 结论与政策启示

本文基于河北农业水价改革地区的农户调研数据, 实证检验了水价政策改革对农户采用节水技术的影响, 并按照家庭兼业程度分组研究了农户分化在节水技术选择中的倾向差异, 主要研究结论如下: 1) 农业水价政策改革对农户节水技术采用具有显著正向影响。水权额度和灌溉定额的明确向农户传递了节水目标预期, 而节水奖励进一步提高了农户使用节水技术的预期收益, 改变了节水技术使用的相对经济性。因此, 相较于统一水价政策地区, 河北地区“超用加价”模式下农户采用节水技术可能性更大。2) 水价政策改革对不同兼业农户的节水技术选择的影响存在显著差异, 由于各类节水技术在资本、劳动、风险等的区别, 农户往往会根据自身禀赋约束进行选择, 不同兼业程度农户在节水技术选择中存在着倾向差异, 水价政策改革会促进低兼业农户倾向于使用劳动投入较多但资金投入较少且风险较低的抗旱品种和传统节水技术, 高兼业农户更倾向于仅使用抗旱品种技术, 水价政策改革并未有效促进农户使用喷灌、滴灌等现代节水设施。3) 提升农民对节水技术有效性认知、水资源稀缺预期, 降低农民对节水技术使用的风险性感知将会有效促进农户

表 5　按照兼业分组的节水技术选择回归结果

Table 5　Regression results of water saving technology selection grouped by concurrent

节水技术 Water saving technology	兼业类型 Type of part-time	水价政策改革 Reform of water price policy		控制变量 Controlled variable	地区虚拟变量 Regional dummy variable	时间虚拟变量 Time dummy variable	观测数 Observations	R^2
抗旱品种 Drought-resistant varieties	纯务农 Pure farmers	0.474***	(0.101)	Controlled	Controlled	Controlled	98	0.144
	一兼 First part-time farmers	0.352***	(0.078)	Controlled	Controlled	Controlled	273	0.371
	二兼 Second part-time farmers	0.323***	(0.082)	Controlled	Controlled	Controlled	426	0.613
	非农户 Non-farmers	0.132**	(0.061)	Controlled	Controlled	Controlled	121	0.08
传统节水技术 Traditional water saving technology	纯务农 Pure farmers	0.666***	(0.125)	Controlled	Controlled	Controlled	98	0.269
	一兼 First part-time farmers	0.499***	(0.181)	Controlled	Controlled	Controlled	273	0.622
	二兼 Second part-time farmers	0.576*	(0.322)	Controlled	Controlled	Controlled	426	0.456
	非农户 Non-farmers	0.215	(0.711)	Controlled	Controlled	Controlled	121	0.199
现代节水设施 Modern water saving facilities	纯务农 Pure farmers	0.034	(0.461)	Controlled	Controlled	Controlled	98	0.565
	一兼 First part-time farmers	0.912*	(0.521)	Controlled	Controlled	Controlled	273	0.418
	二兼 Second part-time farmers	0.034	(0.222)	Controlled	Controlled	Controlled	426	0.814
	非农户 Non-farmers	0.015	(0.172)	Controlled	Controlled	Controlled	121	0.215

: $P<0.01$; **: $P<0.05$; *: $P<0.1$。括号内数值为回归结果的标准误。, ** and * mean significant correlation at $P<0.01$, $P<0.05$ and $P<0.1$ levels, respectively. The values in brackets are the standard error of regression results.

使用节水技术, 文化程度、高耗水种植类型、水资源短缺状况对农户采用节水技术具有显著正向影响, 家庭非农就业程度则呈现显著负向影响。

根据上述结论, 本文提出以下对策建议: 1) 作为农业水资源管理机制的重要创新, 水价政策改革实施有效促进了农户节水技术采用。未来应当继续扩大农业水价政策改革的推广试点范围, 调动农民节水积极性, 同时进一步完善水价政策改革的制度设计, 在基本用水定额内实施基准水价保障农民生产用水的同时, 通过提高超出定额加价的幅度发挥水价政策的节水激励作用, 使市场机制能够在农业水资源管理领域更好地发挥作用。2) 节水技术的推广需要关注技术属性特点差异, 有针对性地推广, 而非全面无差别铺开。种植抗旱品种的资金和劳动投入较少, 各类农户普遍接受度较高, 因此在推广抗旱品种过程中应着力降低农民对新品种产出不确定的顾虑。传统灌溉节水技术的劳动投入较高, 由于高兼业农户农业劳动力短缺, 更容易受到低兼业农户的欢迎, 对高兼业农户重点推广劳动投入更低的节水技术。3) 各类节水技术中, 喷灌、滴灌等现代节水设施节水效果最为明显, 但对于不同程度兼业农户, 水价政策改革均未促进该项技术的使用。未来应当加大对现代节水设施的推广力度, 适当增加对该类技术的政府投入力度, 尤其是在工程建设、资金补贴、技术指导与服务等方面, 不仅要在初始建设投资中进行补贴, 还要在后续使用的维修管护中减轻农民成本。4) 要重视对农户的宣传教育, 提升其技术采用意识和水资源保护意识。一方面, 积极组织开展对农户节水技术宣传讲座和技术培训指导, 帮助农户形成对节水技术使用易用性和有效性的正确认识, 减少农户对节水技术风险的担忧。另一方面要加强对农户地下水保护教育宣传。通过传统媒介与新媒体相结合的手段, 加强对农户水资源现状和水情知识的宣传, 提高农民水资源稀缺认知和未来紧缺趋势的预期, 使农户增强水资源的忧患意识, 促使其树立正确的用水观念和节水意识, 转变落后的灌溉用水习惯。

参考文献　References

[1]　康绍忠. 水安全与粮食安全[J]. 中国生态农业学报, 2014,

22(8): 880−885
KANG S Z. Towards water and food security in China[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2014, 22(8): 880−885

[2] 贺志武, 雷云, 陆迁. 技术不确定性、社会网络对农户节水灌溉技术采用的影响——以甘肃省张掖市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2018, 32(5): 59−63
HE Z W, LEI Y, LU Q. The influences of technological uncertainty and social network on the adoption of water-saving irrigation technology for rural households[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2018, 32(5): 59−63

[3] FOSTER A D, ROSENZWEIG M R. Microeconomics of technology adoption[J]. Annual Review of Economics, 2010, 2(1): 395−424

[4] 张华, 王礼力. 农业水贫困对农户节水灌溉技术采用决策的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2020, 34(12): 105−109
ZHANG H, WANG L L. Impact of agricultural water poverty on the decision-making of farmers' water saving irrigation technology adoption[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2020, 34(12): 105−109

[5] 伊热鼓, 姜文来. 农业水价效应研究进展[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(8): 224−229
YI R G, JIANG W L. Research progress on the effect of agricultural water price[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2017, 38(8): 224−229

[6] 易福金, 肖蓉, 王金霞. 计量水价、定额管理还是按亩收费? ——海河流域农业用水政策探究[J]. 中国农村观察, 2019(1): 33–50
YI F J, XIAO R, WANG J X. Water price, quota or irrigated area tax? An examination of agricultural water policies in Haihe river basin[J]. China Rural Survey, 2019(1): 33–50

[7] WANG J X, ZHANG L J, HUANG J K. How could we realize a win-win strategy on irrigation price policy? Evaluation of a pilot reform project in Hebei Province, China[J]. Journal of Hydrology, 2016, 539: 379−391

[8] 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

[9] 胡振通, 王亚华. 地下水超采综合治理的农户评价、原因分析与改进建议[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(10): 160−168
HU Z T, WANG Y H. Farmers' evaluation, cause analysis and improvement suggestions on groundwater over-exploited comprehensive governance[J]. China Population, Resources and Environment, 2018, 28(10): 160−168

[10] 姜翔程, 解小爽, 孙杰. 农业水价综合改革的利益相关者分析[J]. 水利经济, 2020, 38(1): 49−53
JIANG X C, XIE X S, SUN J. Stakeholder analysis of comprehensive reform of agricultural water price[J]. Journal of Economics of Water Resources, 2020, 38(1): 49−53

[11] GHADIM A K A, PANNELL D J, BURTON M P. Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation[J]. Agricultural Economics, 2005, 33(1): 1−9

[12] ABEBAW D, HAILE M G. The impact of cooperatives on agricultural technology adoption: Empirical evidence from Ethiopia[J]. Food Policy, 2013, 38: 82−91

[13] 文长存, 汪必旺, 吴敬学. 农户采用不同属性"两型农业"技术的影响因素分析——基于辽宁省农户问卷的调查[J]. 农业现代化研究, 2016, 37(4): 701−708
WEN C C, WANG B W, WU J X. Factors affecting the adoption of different technologies by " the Two-Oriented Agriculture" : a case study of grain farmers in Liaoning, China[J]. Research of Agricultural Modernization, 2016, 37(4): 701−708

[14] 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

[15] 郑旭媛, 王芳, 应瑞瑶. 农户禀赋约束、技术属性与农业技术选择偏向——基于不完全要素市场条件下的农户技术采用分析框架[J]. 中国农村经济, 2018(3): 105–122
ZHENG X Y, WANG F, YING R Y. Endowment constraints, technical attributes and agricultural technology selection bias of farmers: An analysis framework of farmers' technology adoption based on incomplete factor market [J]. Chinese Rural Economy, 2018(3): 105–122

[16] KABUNGA N S, DUBOIS T, QAIM M. Yield effects of tissue culture bananas in Kenya: accounting for selection bias and the role of complementary inputs[J]. Journal of Agricultural Economics, 2012, 63(2): 444−464

[17] 佟大建, 黄武, 应瑞瑶. 基层公共农技推广对农户技术采纳的影响——以水稻科技示范为例[J]. 中国农村观察, 2018(4): 59–73
TONG D J, HUANG W, YING R Y. The impacts of grassroots public agricultural technology extension on farmers' technology adoption: an empirical analysis of rice technology demonstration [J]. China Rural Survey, 2018(4): 59–73

[18] 黄腾, 赵佳佳, 魏娟, 等. 节水灌溉技术认知、采用强度与收入效应——基于甘肃省微观农户数据的实证分析[J]. 资源科学, 2018, 40(2): 347−358
HUANG T, ZHAO J J, WEI J, et al. Cognition of irrigation water-saving techniques, adoption intensity and income effects in Gansu, China[J]. Resources Science, 2018, 40(2): 347−358

[19] 郭格, 陆迁. 基于TAM的内在感知对影响农户不同节水灌溉技术采用的研究——以甘肃张掖市为例[J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(7): 129−136
GUO G, LU Q. The effect of tam-based inner perception on farmers' different water-saving irrigation techniques adoption — a case study in Zhangye, Gansu[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2018, 39(7): 129−136