

农户保护性耕作技术采用行为及其影响因素： 基于黄土高原 476 户农户的分析*

李 卫¹ 薛彩霞² 姚顺波² 朱瑞祥¹

摘要：本文利用陕西、山西两省黄土高原地区 476 户农户的实地调查数据，运用样本选择模型分析了黄土高原农户保护性耕作技术的采用与采用程度及其影响因素。研究发现：①整套采用保护性耕作技术体系的农户比例很小，其中，对秸秆覆盖和少耕免耕播种技术的采用率较高，而对深松和病虫害综合防治技术的采用率较低。②户主年龄较小且受教育程度较高、对保护性耕作技术认知度较高的风险偏好型农户，不仅倾向于采用保护性耕作技术，而且倾向于采用多项保护性耕作的核心技术；农业收入比重较低、家庭收入水平较高的农户对保护性耕作技术的采用程度较高，耕地细碎化程度则抑制了农户保护性耕作技术采用程度的提高。③农户间的频繁交流、网络学习和政府向农户提供补贴对农户保护性耕作技术的采用及采用程度均有显著的促进作用；而参加保护性耕作技术培训、作业机械的便利性以及作业效果仅对农户保护性耕作技术的采用有正向作用。

关键词：保护性耕作技术 黄土高原 农户 样本选择模型

中图分类号：F323.3 **文献标识码：**A

一、引言

美国在遭遇严重的水土流失和风沙危害后，逐渐发展起来一种环境友好型的土壤耕作模式——保护性耕作，其核心技术包括少耕免耕播种、秸秆覆盖、深松和病虫害综合防治四项（曹光乔、张宗毅，2008；高焕文等，2013）。该技术不仅具有改善土壤耕层结构、增加土壤有机质、蓄水保墒和提高农田生产力的作用（Giovanni et al., 2016），而且具有减少温室气体排放、降低能源消耗和抑制耕地退化的环境效益（Marín-Muñiz et al. 2015）。因此，各国政府都在积极推广该技术。中国自 2002 年起以旱作地区为重点推广保护性耕作技术，2014 年，应用面积超过 860 万公顷，占全国耕地总面

*本文是教育部人文社会科学研究青年基金项目“黄土高原农户保护性耕作技术采纳行为及应用效果研究：基于农户异质性视角”（项目编号：15YJC630062）、陕西省农业科技创新与攻关项目“丘陵山区玉米精量播种技术研究及装备开发”（项目编号：2016NY-010）的阶段研究成果。感谢匿名审稿人的意见，但文责自负。通讯作者：薛彩霞。

积的 6.4%，总体上仍处于起步阶段^①。

现有文献对农户保护性耕作技术采用行为的研究，主要是运用二元选择模型从户主特征、家庭特征、技术培训、户主对技术的认知等方面研究农户是否采用某一（两）项保护性耕作的核心技术。例如，曹光乔、张宗毅（2008）采用 Logit 模型分析了山西、河北、天津和北京四省（市）农户对秸秆还田和免耕播种两项技术采纳行为的影响因素，发现政府补贴、粮食商品化程度和户主身体健康对农户采用秸秆还田技术和免耕播种技术均有正向影响，秸秆有经济用途和劳均土地块数对农户采用秸秆还田技术有负向影响，户主年龄、受教育程度、对技术效果评价好对农户采用免耕播种技术有正向影响。蔡荣、蔡书凯（2012）基于安徽省水稻种植户的调查数据，运用 Probit 模型分析了农户采用少耕抛秧技术和秸秆覆盖技术的影响因素，发现户主兼业、对保护性耕作技术作用的认知程度高、受教育年限和身为村干部对农户采用这两项技术有正向影响。喻永红、韩洪云（2012）基于湖北省稻农的调查数据采用 Logit 模型分析了农户采用有害生物综合治理技术的影响因素，研究得出如下结论：户主对传统化学防治方法健康危害的认知、受教育程度对农户采用该技术有正向影响，而户主年龄、户主兼业、种植规模、劳动力数量、家中未成年人数量则对该技术采用有负向影响。朱萌等（2015）运用湖北和江苏稻农的调查数据分析了农户采用保护性耕作技术的影响因素，认为户主受教育程度、参加过技术培训、家庭人均年收入对农户采用保护性耕作技术有显著的正向作用。

以上研究从不同方面考察了农户对保护性耕作技术采用行为的影响，但至少还需在以下两个方面进行完善：一是保护性耕作技术是多项技术的集成（王金霞、张丽娟，2010；蔡荣、蔡书凯，2012），对农户保护性耕作技术采用行为的研究，应既包括农户对该技术采用与否，也包括农户对该技术的采用程度，而现有文献主要集中于对前者的研究，而对后者的研究还较为不足。二是现有文献所采用的二元选择模型无法同时分析农户保护性耕作技术采用与否和采用程度的行为选择。鉴于此，本文选取中国水土流失最严重、沙尘暴多发的黄土高原为调查地区，以陕西、山西两省黄土高原农户为研究对象，采用样本选择模型来探究农户对保护性耕作技术“采用与否”和“采用程度”的行为选择。这既是对农户保护性耕作技术采用行为研究内容的补充，也可以为黄土高原地区发展环境友好型农业耕作技术、提高农民收入、改善生态环境等提供决策参考。

二、农户保护性耕作技术采用的影响因素分析及模型构建

（一）影响农户保护性耕作技术采用的主要因素

1. 农户禀赋。农户禀赋是指农户的家庭成员及整个家庭天然拥有的以及后天所获得的资源和能力，包括以户主为代表的个人禀赋和家庭禀赋，决定着农户对新技术的采纳态度和能力（孔祥智等，2004）。户主的个人禀赋通常包括性别、年龄、受教育程度、风险偏好以及对新技术的认知等。一般

^①数据来源：国家发展和改革委员会：《中国应对气候变化的政策与行动》，<http://qhs.ndrc.gov.cn/gzdt/201511/W020151119673136615718.pdf>。

来说，男性、年龄较小、受教育程度较高、风险偏好型的户主，思想意识较为开放，接受新鲜事物的能力较强，因而较倾向于采用保护性耕作技术。户主对新技术的认知是农户采用新技术的前提，较高的认知度可以提高农户采用保护性耕作技术的可能性，因而户主对保护性耕作技术认知度较高，农户较倾向于采用该技术。

家庭禀赋通常包括农户的劳动力数量、家庭收入状况、土地经营规模等。中国农户呈现“半工半农”的特征，而保护性耕作技术主要依靠机械化作业来实现，是一种劳动节约型技术（高旺盛，2011），具有“增产增效”效果（高焕文等，2013）。因而，家庭收入水平较高、劳动力数量较少、农业收入比重较高的农户较倾向于采用保护性耕作技术。Saha and Schwart（1994）研究发现，农户土地经营规模越大，越容易形成规模经济，其采纳新技术的可能性越大。而保护性耕作技术的载体是农业机械，土地地块越大，越利于机械作业，即土地经营规模越大、耕地细碎化程度越低的农户，采用保护性耕作技术的可能性越大。

2. 社会网络。中国社会是一个关系型社会，农户在长期的相处中自然而然地形成了各自的社会网络。社会网络通过农户间的互动、互惠、学习和信任影响着他们的新技术采用决策（Genius et al., 2014）。一方面，社会网络具有信息传播功能。对新技术的无知和不完全信息会阻碍农户采用新技术；而社会网络中的朋友邻居是农户新技术信息最重要和最有说服力的来源（Benyishay and Mobarak, 2013），且随着采用新技术农户的增多，农户间的交流可以改进他们关于新技术的知识积累，提高他们对新技术的认知，降低他们采用新技术的风险（Bandiera and Rasul, 2006），进而提高采用新技术的概率。另一方面，社会网络具有学习效应。农户采用新技术之初，对其特征并不熟知。如果农户的社会网络中有众多的新技术采用者，那么，新采用者会向其他采用者学习该技术，社会网络的学习效应会提高新技术的扩散速率（Watts and Strogatz, 1998）。

3. 政府推广。政府推广是农户技术采用的强决定因素（Goyal and Netessine, 2007），也是农户获取农业技术信息的主要渠道之一。政府通常采取对农户进行补贴、培训（王金霞等，2009）以及设立示范区或示范户（Goyal and Netessine, 2007）等措施干预农户对新技术的采用。政府补贴是一种转移性支付，不仅能够降低农户采用保护性耕作技术的成本（王金霞等，2009），而且可以产生“以小博大”的精神激励效果（乔金杰等，2014）。因此，政府补贴能够提高农户采用保护性耕作技术的概率。政府对农户进行新技术培训会提高农户对新技术的采用，因为新技术培训有助于增加农户对新技术的了解程度和认可程度，而且提高农户对新技术信息的反应能力（Chaves and Riley, 2001）。因此，参加过保护性耕作技术培训的农户，较倾向于采用该技术。政府通过建立示范区或示范户的方式进行技术推广，其主要目的是通过技术示范传播技术信息，以减少采用新技术给农户带来的不确定性（Goyal and Netessine, 2007）；且新技术扩散具有邻近效应（满明俊等，2011）。因而可以认为，示范区农户对保护性耕作技术的采用率更高。

4. 技术采用环境及效果。新技术的可获得性是农户采用新技术的前提（乔金杰等，2014）。保护性耕作技术的载体是保护性耕作农具，且由于中国农户耕地经营规模普遍较小，农户对保护性耕作技术的采用主要是通过购买专业化的农机服务来实现。因此，作业机械越便利，即作业时农户

在当地越容易雇佣到提供相应作业的农业机械，越有利于农户采用保护性耕作技术。另外，农户通过观察政府的示范田或周围采用者的作业效果对保护性耕作农机具的作业效果做出评价。农户对机械作业效果越满意，越倾向于采用保护性耕作技术。

（二）理论模型

农户采用保护性耕作技术的行为是由两个连续决策的过程构成的：第一阶段是农户选择是否采用保护性耕作技术（即采用与否）；第二阶段是已决定采用保护性耕作技术的农户进一步选择采用哪种或哪几种保护性耕作技术（即采用程度）。如果农户未采用保护性耕作技术，则其采用程度就无法观测；只有当农户采用了保护性耕作技术时，才能观测到其保护性耕作技术的采用程度。故农户的保护性耕作技术采用行为存在样本选择偏误，需要运用 Heckman 样本选择模型来进行分析。本文构建的 Heckman 样本选择模型如下：

$$y_{1i} = X_{1i}\alpha + \mu_{1i}$$

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

$$y_{2i} = X_{2i}\beta + \mu_{2i}$$

$$y_{2i} = \begin{cases} c, & \text{当 } y_{1i} = 1 \text{ 时} \\ 0, & \text{当 } y_{1i} = 0 \text{ 时} \end{cases} \quad (2)$$

(1) 式表示选择方程，(2) 式表示结果方程。 y_{1i} 、 y_{2i} 是因变量，分别表示农户对保护性耕作技术“采用与否”和“采用程度”两种行为； y_{1i}^* 表示不可观测的潜变量； c 表示农户对保护性耕作技术的采用程度； X_{1i} 、 X_{2i} 分别表示影响农户保护性耕作技术“采用与否”和“采用程度”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。

农户对保护性耕作技术采用程度的条件期望为：

$$E(y_{2i} | y_{2i} = c) = E(y_{2i} | y_{1i}^* > 0) = E(X_{2i}\beta + \mu_{2i} | X_{1i}\alpha + \mu_{1i} > 0)$$

$$= E(X_{2i}\beta + \mu_{2i} | \mu_{1i} > -X_{1i}\alpha) = X_{2i}\beta + E(\mu_{2i} | \mu_{1i} > -X_{1i}\alpha) \quad (3)$$

$$= X_{2i}\beta + \rho\sigma_{\mu_2}\lambda(-X_{1i}\alpha)$$

(3) 式中， $\lambda(\cdot)$ 为反米尔斯比率函数。 ρ 表示 y_1 与 y_2 的相关系数： $\rho=0$ ，表示 y_1 的选择过程不会对 y_2 产生影响； $\rho \neq 0$ ，表明 y_1 的选择过程会对 y_2 产生影响，存在样本选择偏误。 σ 表示标准差。本文使用最大似然估计法 (MLE) 对 Heckman 样本选择模型进行估计。Heckman (1979) 提出，为保证 (1) 式的可识别性，(2) 式自变量须是 (1) 式自变量的子集，且 (1) 式中多出的自变量只对农户是否采用保护性耕作技术有影响，而对其采用程度没有影响。

三、数据来源、变量设置及描述性统计

（一）数据来源

黄土高原各地气候条件、农业生产条件差异较大，粮食作物种植制度主要有一年一作春玉米、一年一作冬小麦、一年两作冬小麦—夏玉米和两年三作冬小麦—夏玉米（杂粮）—春玉米。本文所用数据来自课题组成员于 2015 年 7 月至 8 月和 2016 年 2 月在山西省临汾市尧都区、闻喜县和陕西省黄陵县、彬县对农户进行一对一问卷调查所得。山西省临汾市尧都区是 1992 年农业部中澳合作项目引进保护性耕作技术的试验区和示范区，目前保护性耕作推广面积已达 25 万亩以上，占该区耕地总面积的 50% 以上，重点推广一年一作冬小麦和一年两作冬小麦—夏玉米的保护性耕作技术。陕西省黄陵县于 2006 年开始推广一年一作春玉米的保护性耕作技术；山西省闻喜县于 2010 年开始推广一年一作冬小麦和一年两作冬小麦—夏玉米的保护性耕作技术；种植制度以两年三作为主的陕西省彬县于 2012 年开始推广冬小麦的保护性耕作技术。因此，以上地点对于研究黄土高原农户保护性耕作技术的采用行为具有较好的代表性。对于样本农户的选取，本文首先在考虑粮食作物种植制度代表性与粮食作物生产优势的基础上，在每个县（区）选取 3 个乡（镇）；其次在每个乡（镇）随机选取 3 个村；最后在每个村随机选取 12~15 户农户。课题组共收集到有效问卷 476 份。调查问卷的内容主要包括农户家庭基本特征、耕地特征、耕地种植情况以及保护性耕作技术采用情况等。样本农户的具体分布如表 1 所示。

表 1 样本农户分布状况

省份	县（区）	乡（镇、街道）	样本农户（户）	比例（%）
山西	尧都区	县底镇、刘村镇、贺家庄乡	116	24.37
	闻喜县	桐城镇、郭家庄镇、神柏乡	125	26.26
陕西	黄陵县	桥山街道、田庄镇、双龙镇	112	23.53
	彬县	小章镇、新民镇、太峪镇	123	25.84
合计	—	—	476	100.00

（二）农户保护性耕作技术采用情况

表 2 汇总了样本农户保护性耕作技术的采用情况。由表 2 可知，第一，小麦玉米种植户对小麦秸秆覆盖和玉米少耕免耕播种技术的采用率较高，分别为 62.56% 和 72.04%，表明这两种技术在一年两作区和两年三作区已得到较为普遍的应用。但是，小麦玉米种植户对玉米秸秆覆盖（或还田）技术的采用率仅为 20.85%。究其原因，一是因为农户有长期形成的利用玉米秸秆的习惯，例如生火做饭、饲养牲畜等；二是因为玉米秸秆还田后碎秸秆量过多，而小麦播种以先旋耕后播种的方式为主，翻埋玉米秸秆的效果较差，导致小麦播种出现播种机堵塞、种子裸露、种子播到碎秸秆上等问题，导致种子无法发芽，引起小麦缺苗。

第二，农户对深松技术的采用率最低，仅为 22.27%。一方面，农户对深松技术不甚了解。调查中发现，占样本农户 65.34% 的 311 户农户未曾听说过该项技术。另一方面，深松机械较少，尤其是一年小麦玉米两作区，作物连续轮作，农闲时间极短，农户为赶下一茬作物的播种时节，须在上一茬作物刚收获时立即深松，农户往往无法适时雇到深松机械，导致深松作业无法实施。

第三，农户对病虫害防治主要依赖苗期药物喷洒，高达 95.17% 的农户在苗期使用化学除草剂和杀虫剂进行病虫害防治，人工或机械除草的农户比例仅为 7.56%。其原因是，在农业收益较低和农户普遍兼业的背景下，化学防治技术效果好、见效快、价格较低且节约劳动力，而人工除草耗时费力，除草机械在调查区域也没有得到推广。

表 2 样本农户保护性耕作技术采用情况

核心技术	关键技术措施	户数及比例	玉米种植户 (124 户)		小麦种植户 (141 户)		小麦玉米种植户 (211 户 ^a)		合计 (476 户)	
			采用	未采用	采用	未采用	采用	未采用	采用	未采用
秸秆覆盖	小麦留茬或 秸秆还田	户数	—	—	60	81	132	79	192	160
		比例 (%)	—	—	42.55	57.45	62.56	37.44	54.55	45.45
	玉米秸秆 覆盖或还田	户数	77	47	—	—	44	167	121	214
		比例 (%)	62.10	33.10	—	—	20.85	79.15	36.12	63.88
少耕 免耕 播种 ^b	小麦少耕 免耕播种	户数	—	—	43	98	75	136	118	234
		比例 (%)	—	—	30.50	69.50	35.55	64.45	33.52	66.48
	玉米少耕 免耕播种	户数	84	40	—	—	152	59	236	99
		比例 (%)	67.74	32.26	—	—	72.04	27.96	70.45	29.55
深松 ^c	适度深松	户数	24	118	54	87	28	183	106	370
		比例 (%)	19.35	80.65	38.30	61.70	13.27	86.73	22.27	77.73
病虫害 综合 防治	种子包衣或 拌药	户数	86	38	42	99	94	117	222	254
		比例 (%)	69.35	30.65	29.79	70.21	44.55	55.45	46.64	53.36
	苗期药物 喷洒	户数	119	5	131	10	203	8	453	23
		比例 (%)	95.97	4.03	92.91	7.09	96.21	3.79	95.17	4.83
	人工或机械 除草	户数	3	121	10	131	23	188	36	440
		比例 (%)	2.42	97.58	7.09	92.91	10.90	89.10	7.56	92.44

注：a 小麦玉米种植户包括一年两作小麦玉米种植户和两年三作小麦杂粮玉米种植户；b 少耕免耕播种包括免耕播种、条带播种和旋耕播种；c 深松不需要年年进行，一般刚采用保护性耕作技术的地块需在前 2 年内深松一次，以后每 2~3 年深松一次。

(三) 变量设置及描述性统计

1. 因变量。保护性耕作是以保护农田生态环境为目标，集少耕免耕播种、秸秆覆盖、深松和病虫害综合防治于一体的土地耕作技术。根据农业部《保护性耕作关键技术要点》，黄土高原保护性

耕作技术中的病虫害害综合防治措施包括种子包衣或拌药、苗期药物喷洒以及人工或机械除草三种。因此，当农户同时采用了上述三种措施，则认为农户采用了保护性耕作技术中的病虫害害综合防治措施。

对农户保护性耕作技术“采用与否”的度量，本文借鉴现有文献的二元赋值法，用 0 表示农户没有采用少耕免耕播种、秸秆覆盖、深松、病虫害害综合防治中的任何一种技术；用 1 表示农户采用了以上四种核心技术中的任何一种或多种，代表农户采用了保护性耕作技术。对农户保护性耕作技术“采用程度”的度量，本文则根据农户对少耕免耕播种、秸秆覆盖、深松、病虫害害综合防治四种核心技术采用的数量依次赋值为 1~4。对于一年两作和两年三作^①小麦玉米种植农户而言，只要是小麦或玉米种植中采用了保护性耕作的某项核心技术，则认为该农户采用了该项核心技术。

2. 自变量。根据上文对农户采用保护性耕作技术影响因素的分析，本文对自变量的选取如下：

(1) 户主个人禀赋变量。该类变量具体包括：①户主性别、年龄和受教育程度；②风险偏好；③对保护性耕作技术的认知。本文以户主对新技术采用的态度来测量其风险偏好。对于一项农业新技术，若户主选择“自己觉得效果不错，立即采用”，则认为该户主是风险偏好者；若户主选择“看看别人的采用效果，再决定是否采用”，则认为该户主是风险中性者；若户主选择“周围的人基本都采用了，我再采用”，则认为该户主是风险规避者。本文将风险偏好设置为虚拟变量，以风险中性为参照。本文从技术了解程度及经济效益认知两个方面测度户主对保护性耕作技术的认知。其中，经济效益是农户采用新技术的主要诱因（王金霞、张丽娟，2010；赵旭强等，2012），而农户经营收益的增加来自节支（包括劳动、农资、机械作业费用）和增产（作物产量）。户主对保护性耕作技术认知的测度见表 3。

表 3 户主对保护性耕作技术认知的测度

测度变量	具体问题	测度方法
对保护性耕作技术的了解程度	①您认为下列哪些技术属于保护性耕作技术？ 选项：少耕播种、免耕播种、深松、秸秆覆盖、病虫害害综合防治 ②您认为保护性耕作技术具有下列哪些作用？ 选项：节本增收、改善土壤、防治水土流失、蓄水保墒、减少温室气体排放	将户主回答两个问题选项的个数加总后重新赋值，具体为：5 及以下赋值为 0，表示户主对保护性耕作技术不太了解；6 及以上赋值为 1，表示户主对保护性耕作技术较为了解
对保护性耕作技术经济效益的认知	①您认为保护性耕作技术对作物产量影响如何？ 选项：减少=1，几乎没有影响=2，增加=3 ②您认为保护性耕作技术对劳动力投入的影响如何？ 选项：增加=1，几乎没有影响=2，减少=3 ③您认为保护性耕作技术对农资投入的影响如何？ 选项：增加=1，几乎没有影响=2，减少=3	将户主回答 4 个问题的选项所对应的数字加总后重新赋值，具体为：4~8 赋值为 0，表示户主对保护性耕作技术经济效益的认知程度较低；9~12 赋值为 1，表示户主对保护性耕作技术经济效益

^①在调查的两年三作种植农户中，有部分农户种植了杂粮，但所调查地区尚未进行杂粮保护性耕作技术的推广。因此，本文对于农户杂粮种植行为中的保护性耕作技术采用情况不予考虑。

④您认为保护性耕作技术对机械作业费用的影响如何? 选项：增加=1，几乎没有影响=2，减少=3	的认知程度较高
---	---------

(2) 农户家庭禀赋变量。该类变量包括：①农业劳动力数量；②家庭收入水平；③农业收入比重；④耕地面积；⑤耕地细碎化程度。

(3) 社会网络变量。本文选取“您经常与他人交流农业生产技术吗？”和“您经常去参观保护性耕作示范田（或示范户农田）吗？”这两个问题，来测度社会网络对农户保护性耕作技术采用行为的影响。

(4) 政府推广变量。该类变量包括：①政府补贴；②技术培训；③农户是否位于示范区。

(5) 技术采用环境及效果。该类变量包括：①作业机械便利性；②机械作业效果。本文采用“在作业时，您是否很容易就能雇佣到保护性耕作作业机械？”这一问题来测度农户雇佣保护性耕作作业机械的便利性。若农户选择“容易”，则认为该农户处于采用保护性耕作技术“较为便利”的环境中；若农户选择“不容易”，则认为该农户处于采用保护性耕作技术“不太便利”的环境中。本文通过“您对政府示范田或周围采用者采用保护性耕作机械的作业效果是否满意”这一问题来测度农户对该技术的满意程度。

3. 变量描述性统计。表 4 为本文所选取的影响农户保护性耕作技术采用行为各变量的含义与描述性统计。

表 4 农户保护性耕作技术采用行为影响因素变量的描述性统计

变量	定义与赋值	平均值	标准差	预期影响
户主个人禀赋				
性别	男=1，女=0	0.8383	0.3686	+
年龄	户主实际年龄，单位：岁	50.7395	9.8929	+
受教育程度	接受学校正规教育的年限，单位：年	7.6573	1.5221	+
风险偏好者	是=1，否=0	0.3256	0.4691	+
风险规避者	是=1，否=0	0.3529	0.4784	-
技术了解程度	赋值情况详见表 2	0.4433	0.4973	+
经济效益认知	赋值情况详见表 2	0.3613	0.4809	+
家庭禀赋				
农业劳动力数量	家庭中实际从事农业生产的劳动力数量，单位：人	1.6345	0.6197	-
农业收入比重	种植业收入在家庭总收入中的比重	0.2146	0.1451	+
家庭收入（对数）	家庭纯收入（单位：元）的对数	10.7168	1.5849	+
耕地面积	农户所经营的耕地面积，单位：亩	5.5137	3.7555	+
耕地细碎化程度	耕地块数，单位：块	3.2437	1.6021	-
社会网络				
相互交流	您经常与他人交流农业生产技术吗？经常=1，不经常=0	0.4139	0.4930	+

网络学习	您经常去参观保护性耕作示范田（或示范户农田）吗？ 经常=1，不经常=0	0.3445	0.4757	+
政府推广				
政府补贴	政府对采用保护性耕作技术是否有补贴？是=1，否=0	0.4706	0.4997	+
技术培训	是否参加过保护性耕作技术的培训？是=1，否=0	0.1450	0.3524	+
位于示范区	农户是否位于示范区？是=1，否=0	0.2437	0.4298	+
技术采用环境与效果				
作业机械便利性	较为便利=1，不太便利=0	0.5189	0.5002	+
机械作业效果	满意=1，不满意=0	0.5441	0.4986	+

四、估计结果与分析

（一）估计结果

本文选取技术培训和作业机械便利性为识别变量，运用 Stata12.0 软件对农户保护性耕作技术采用行为的 Heckman 样本选择模型即（1）～（3）式进行估计，估计结果见表 5。由表 5 可知， λ 不等于零，且在 1% 的水平上通过了显著性检验。这说明，模型中存在样本选择偏误，采用样本选择模型分析样本数据是合适的。技术培训和作业机械便利性两个识别变量分别在 10% 和 5% 的水平上通过了显著性检验，表明所选用的识别变量适用于样本选择模型的分析。

表 5 农户保护性耕作技术采用行为模型的估计结果

变量	采用程度		采用与否	
	系数	标准误	系数	标准误
户主个人禀赋				
性别	-0.0881	0.1022	-0.0534	0.0806
年龄	-0.0314*	0.0176	-0.0055**	0.0026
受教育程度	0.1136**	0.0435	0.1050*	0.0605
风险偏好者	0.2208**	0.1024	0.3405**	0.1601
风险规避者	-0.0153*	0.0081	-0.0266	0.0204
技术了解程度	0.1309*	0.0756	0.1650	0.1259
经济效益认知	0.3107***	0.1130	0.0742**	0.0371
家庭禀赋				
农业劳动力数量	0.1454	0.1128	0.0462	0.0954
农业收入比重	-0.1320*	0.0755	0.1673	0.1516
家庭收入水平	0.1281**	0.0609	0.0861	0.0755
耕地面积	0.0920	0.0873	0.1527	0.1450
耕地细碎化程度	-0.2813**	0.1265	-0.0832	0.0687
社会网络				

农户保护性耕作技术采用行为及其影响因素：来自黄土高原 476 户农户的分析

相互交流	0.2160**	0.0882	0.1976*	0.1127
网络学习	0.1657*	0.0963	0.3141**	0.1563
政府推广				
政府补贴	0.0483*	0.0291	0.2218**	0.0984
技术培训	—	—	0.1827*	0.1056
位于示范区	0.1359**	0.0667	0.1241	0.1188
技术采用环境与效果				
作业机械便利性	—	—	0.0971**	0.0436
机械作业效果	0.0153	0.0102	0.0423***	0.0138
常数项	-1.1220	0.8618	-0.4852**	0.2404
λ	—	—	0.8025***	0.2734
对数似然值	-484.7712		—	
ρ 值	0.7028		—	
Wald 卡方值	—		75.3250***	
似然比检验值	—		9.3051***	

注：***、**和*分别代表 1%、5%和 10%的显著性水平。

（二）估计结果分析

1. 户主个人禀赋。户主年龄对农户保护性耕作技术采用及采用程度都具有显著的负向作用。其原因是：户主从事种植业年限较长的农户比较相信自己的种植经验，较习惯于传统耕作模式，因而户主年龄较大的农户不仅采用保护性耕作技术的可能性较小，而且采用程度也较低；而户主年龄较小的农户，虽然种植经验较少，但是接受新技术的能力较强，尝试新技术的意愿也较强，因而采用保护性耕作技术的可能性较大，故其采用程度也较高。

户主受教育程度和户主为风险偏好者对农户保护性耕作技术采用及采用程度都有显著的正向影响。一方面，受教育程度较高的户主，对新技术信息的理解和反应能力较强，较能意识到保护性耕作的长期经济效益以及多项核心技术之间的相辅相成关系；另一方面，受教育程度较高的户主，外出务工的机会较多，务农的机会成本较高，而保护性耕作属于劳动力节约型技术。因而，户主受教育程度高的农户不仅倾向于采用保护性耕作技术，还倾向于采用多项保护性耕作的核心技术。户主为风险偏好者的农户更乐于接受和尝试新鲜事物，属于技术采用生命周期中的“创新者”或“早期采用者”；户主为风险规避者的农户尝试新技术的意愿较弱，承担风险的意愿也较弱，只有当他确定新技术的风险很小时，才会尝试采用新技术，属于技术采用生命周期中的“晚期大众”或“落后者”。因而，户主为风险偏好者的农户不但倾向于采用保护性耕作技术，而且倾向于采用多项保护性耕作的核心技术。

户主对技术的了解程度对农户采用保护性耕作技术没有影响，而农户一旦采用保护性耕作技术，技术了解程度则对其采用程度有显著的正向作用。近些年来，农机具购置补贴政策的实施不仅促进

了粮食生产机械化水平的提升，而且促进了保护性耕作农具（例如秸秆还田机、免耕播种机等）的普及，故导致有些农户在对保护性耕作技术不了解的情况下采用了保护性耕作技术，因而户主对技术的了解程度对农户采用保护性耕作技术的影响不显著。而保护性耕作技术是多项核心技术的集成，整套采用保护性耕作技术依赖于农户对保护性耕作技术具有较高的了解程度。因而户主对保护性耕作技术了解程度越高，农户对该技术的采用程度也越高。

户主对保护性耕作技术经济效益的认知对农户保护性耕作技术采用及采用程度均有显著的正向影响。一般来说，保护性耕作技术中的少耕免耕播种属于“节支”技术，秸秆覆盖、深松和病虫害综合防治属于“增产”技术。户主对保护性耕作技术经济效益的认知度越高，农户的采用程度也就越高。

2.家庭禀赋。农业收入比重对农户保护性耕作技术的采用程度有显著的负向作用。一般来讲，农业收入比重较高的农户，对农业经营收入的依赖程度较高，对新技术的采用也较为注重。但是，保护性耕作的四项核心技术具有协同效应，大部分农户只是采用其中的一两项，导致他们对保护性耕作技术“节支增产”效果的认同感较差，尤其是农业收入比重高的农户对经济效益尚不明朗的新技术采用会较为慎重。因此，农业收入比重较高的农户对保护性耕作技术的采用程度较低。

家庭收入水平对农户保护性耕作技术的采用程度有显著的正向影响。家庭收入是反映农户生活生产条件的重要指标，家庭收入水平高的农户，其兼业程度往往较高，务农机会成本也较高，不仅使用机械代替人工劳动的愿望强烈，而且也有能力承担较高的机械作业成本。因而，家庭收入水平较高的农户对保护性耕作技术的采用程度也较高。

耕地细碎化程度对农户保护性耕作技术的采用程度有显著的负向影响。这意味着，现行的土地分配格局制约着农户对保护性耕作技术的系统性采用。其原因是，有些保护性耕作机具属于中小型农业机械，例如秸秆还田机、旋耕机等，土地细碎化对其使用基本不形成限制；但有些保护性耕作机具是大型农业机械，例如深松机、玉米联合收割机等，则需要较大块耕地上才能作业和发挥优势。因此，土地细碎化程度越低，越有利于农户对保护性耕作技术的整体性采用。

3.社会网络。相互交流和网络学习均对农户保护性耕作技术采用及采用程度有显著的正向影响。在保护性耕作技术推广初期，虽然农户对保护性耕作技术不甚了解，但是农户通过相互交流可以获得该技术的信息并掌握该技术的使用方法，因而，农户间的频繁交流促进了农户对保护性耕作技术的采用。由表 2 可知，农户对保护性耕作技术采用率的提高，主要来自于对秸秆覆盖和少耕免耕采用率的提高。中国保护性耕作技术的推广主要采取的是“自上而下”的方式，政府设立的保护性耕作示范田不但可以为农户提供保护性耕作技术的信息来源，而且可以为农户提供保护性耕作的“标杆”。因而经常参观保护性耕作示范田（或示范户农田）的农户，不但采用保护性耕作技术的可能性较高，而且采用多项保护性耕作核心技术的可能性也较高。

4.政府推广。政府补贴对农户保护性耕作技术采用及采用程度均有显著的正向影响。在新旧技术的转换期，新技术采用成本的增加会阻碍农户对新技术的采用，而政府补贴降低了保护性耕作技术对传统耕作技术的替代成本，因而政府补贴对农户采用保护性耕作技术有正向效应。对于普及率

较低的保护性耕作核心技术，比如深松、玉米秸秆还田等，农户对其风险预期较高，政府向农户提供补贴不仅降低了其新技术采用成本，而且可以弥补新技术采用可能给他们带来的“减产”风险。因此，政府补贴有助于农户保护性耕作技术采用程度的提高。

技术培训对农户保护性耕作技术采用有显著的正向影响。参加过技术培训的农户对保护性耕作技术的了解程度和经济效益认知度较高，较高的了解程度和经济效益认知度促进了农户对保护性耕作技术的采用。

农户位于示范区对其采用保护性耕作技术没有影响，但对其采用程度有显著的正向影响。这表明，示范区农户和非示范区农户在保护性耕作技术采用上不存在显著差异，差异仅体现在采用程度上。山西省临汾市尧都区属于示范区，该区自 1992 年开始探索推广保护性耕作技术，目前已形成一套适合当地的保护性耕作技术体系。尽管农户对保护性耕作技术有一个逐步适应、逐步掌握的过程，但新技术扩散的邻近效应和示范区在保护性耕作技术推广上的经验优势，带动了农户对保护性耕作多项核心技术的采用。

5. 技术采用环境与效果。作业机械便利性对农户采用保护性耕作技术有显著的正向影响。农户对保护性耕作技术的采用主要是通过购买农机化服务实现的，在作业时，能否雇佣到保护性耕作机械对农户采用保护性耕作技术有重要影响；若农户雇佣不到保护性耕作机械，则可能会放弃对该技术的采用。笔者在调查中发现，一年两作农户在作业时雇佣不到深松机是导致其对深松技术采用率较低的重要原因。因而雇佣保护性耕作作业机械越便利，越有利于农户采用保护性耕作技术。而机械作业效果对农户保护性耕作技术的采用有显著的正向作用，但对采用程度没有显著影响。笔者在调查中还发现，普及率较高的保护性耕作农机具（例如玉米免耕播种机、小麦旋耕播种机）作业效果良好。但是，小麦玉米种植户普遍反映，玉米秸秆还田量过多，导致冬小麦播种质量不高；而对玉米种植户而言，玉米秸秆还田后有足够长的时间让秸秆腐烂，不会对下一年玉米种植产生影响。因而由于种植制度的差异，机械作业效果对农户保护性耕作技术采用程度的影响不显著。

五、结论与政策启示

本文利用陕西、山西两省黄土高原地区 476 户农户的调查数据，分析了黄土高原农户保护性耕作技术的采用与采用程度及其影响因素，得出以下主要结论：

第一，整套采用保护性耕作技术体系的农户很少。其中，秸秆覆盖和少耕免耕播种技术的采用率较高，深松和病虫害综合防治技术的采用率较低。第二，户主对保护性耕作技术经济效益的认知对农户保护性耕作技术的采用及采用程度均有正向影响，而户主对保护性耕作技术的了解程度仅对其采用程度有正向影响。第三，农业收入比重较低、家庭收入水平较高的农户对保护性耕作技术的采用程度较高，而耕地细碎化程度抑制了农户对保护性耕作技术采用程度的提高。第四，农户间的频繁交流、网络学习和政府补贴对农户保护性耕作技术的采用及采用程度均具有显著影响。技术培训对农户保护性耕作技术的采用具有促进作用，示范区农户对保护性耕作技术的采用程度较高。第五，保护性耕作作业机械的便利性和作业效果对农户保护性耕作技术的采用有正向影响。

本文研究结论的政策启示如下：第一，农业技术推广部门不仅要引导农户采用保护性耕作技术，而且需补齐农户在保护性耕作技术采用上的“短板”，以促使农户完成“从不采用到采用，从部分采用到整套采用”的转变。第二，继续通过政府补贴为农户采用保护性耕作技术提供财政支持，通过技术培训、示范等渠道为农户采用保护性耕作技术提供技术供给。第三，需要加强对保护性耕作农机具的科研投入，以尽快实现保护性耕作农机与农艺的相互融合以及各农机具之间的相互配套，并通过农机具购置补贴政策及时将先进的保护性耕作农机具加以普及，为农户采用保护性耕作技术创造便利的环境。

参考文献

- 1.蔡荣、蔡书凯, 2012:《保护性耕作技术采用及对作物单产影响的实证分析——基于安徽省水稻种植户的调查数据》,《资源科学》第9期。
- 2.曹光乔、张宗毅, 2008:《农户采用保护性耕作技术影响因素研究》,《农业经济问题》第8期。
- 3.高焕文、何明、尚书旗、房孝全, 2013:《保护性耕作高产高效体系》,《农业机械学报》第6期。
- 4.高旺盛, 2011:《中国保护性耕作制》,北京:中国农业大学出版社。
- 5.孔祥智、方松海、庞晓鹏、马九杰, 2004:《西部地区农户禀赋对农业技术采纳的影响分析》,《经济研究》第12期。
- 6.满明俊、周民良、李同昇, 2011:《农业技术采用的空间效应分析——基于陕西、甘肃、宁夏三省区的调查》,《统计与信息论坛》第2期。
- 7.乔金杰、穆月英、赵旭强, 2014:《基于联立方程的保护性耕作技术补贴作用效果分析》,《经济问题》第5期。
- 8.王金霞、张丽娟, 2010:《保护性耕作技术对农业生产的影响:黄河流域的实证研究》,《管理评论》第6期。
- 9.王金霞、张丽娟、黄季焜、Scott Rozelle, 2009:《黄河流域保护性耕作技术的采用:影响因素的实证研究》,《资源科学》第4期。
- 10.喻永红、韩洪云, 2012:《农民健康危害认知与保护性耕作措施采用——对湖北稻农 IPM 采用行为的实证分析》,《农业技术经济》第2期。
- 11.赵旭强、穆月英、陈阜, 2012:《保护性耕作技术经济效益及其补贴政策的总体评价——来自山西省农户问卷调查的分析》,《经济问题》第2期。
- 12.朱萌、齐振宏、罗丽娜、黄建、李欣蕊、张董敏, 2015:《不同类型稻农保护性耕作技术采纳行为影响因素实证研究——基于湖北、江苏稻农的调查数据》,《农业现代化研究》第4期。
- 13.Bandiera, O., and I. Rasul, 2006: "Social Networks and Technology Adoption in Northern Mozambique," *The Economic Journal*, 116(514): 869-902.
- 14.Benyishay, A., and A. M. Mobarak, 2013: "Communicating with Farmers through Social Networks", Working Paper 1030, Economic Growth Center, Yale University.
- 15.Chaves, B., and J. Riley, 2001: "Determination of Factors Influencing Integrated Pest Management Adoption in Coffee Berry Borer in Colombian Farms", *Agriculture Ecosystems & Environment*, 87(2):159-177.

- 16.Genius, M., P. Koundouri, C. Nauges, and V. Tzouvelekas, 2014: “Information Transmission in Irrigation Technology Adoption and Diffusion: Social Learning, Extension Services and Spatial Effects”, *American Journal of Agricultural Economics*, 96(1) : 328-344.
- 17.Giovanni T., D. S. Simone, M. Sigura, F. Boscutti, and L. Marini, 2016: “Conservation Tillage Mitigates the Negative Effect of Landscape Simplification on Biological Control”, *Journal of Applied Ecology*, 53(1): 233-241.
- 18.Goyal, M., and S. Netessine, 2007: “Strategic Technology Choice and Capacity Investment under Demand Uncertainty”, *Management Science*, 53(2) :192 -207.
- 19.Heckman, J.,1979: “Sample Selection Bias as a Specification Error”, *Econometrica*, 47(1): 153-161.
- 20..Marín-Muñiz, J. L., M. E. Hernández, and P. Moreno-Casasola, 2015: “N₂O and CH₄ Emissions from a Fallow–wheat Rotation with Low N Input in Conservation and Conventional Tillage under a Mediterranean Agroecosystem”, *Science of the Total Environment*, 508(1): 85-94.
- 21.Saha, A., and R. Schwart, 1994: “Adoption of Emerging Technologies under Output Uncertainty”, *American Journal of Agricultural Economics*, 76(4): 836-846.
- 22.Watts, D. J., and S. H. Strogatz, 1998: “Collective Dynamics of ‘Small-world’ Networks”, *Nature*, 393(4): 440-442.

(作者单位: ¹西北农林科技大学机械与电子工程学院;

²西北农林科技大学经济管理学院)

(责任编辑: 何 欢)