

环境友好型技术培训促进养殖户 绿色生产率提高了吗？ ——基于 11 省（区）614 个养殖户的调研

刘琼 肖海峰¹

【摘要】根据中国内蒙古自治区、河北省、甘肃省、四川省等 11 省（区）614 份养殖户的微观调查数据，运用数据包络分析法测算养殖户的绿色生产率，在此基础上运用倾向得分匹配法构建反事实假设，研究了参加环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的影响。研究表明：一是参加环境友好型技术培训可以显著提高养殖户的绿色生产率；二是不同特征的环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的影响具有差异性，其中，技术培训覆盖的环境友好型技术数量越多和培训的质量越好，越能带动绿色生产率的提升，而养殖户通过参加政府组织的环境友好型技术培训其绿色生产率提高的幅度要明显大于参加合作社组织的培训和科研院校举办的培训；三是环境友好型技术培训对绿色生产率的影响效果在不同特征养殖户之间存在明显差异。因此，未来要加大农业绿色技术推广体系的建设，一方面应针对培训特征的多个角度来完善培训过程，另一方面要根据不同资源禀赋类别的养殖户采取不同的培训策略，从而全面提升环境友好型技术培训的效果。

【关键词】环境友好型 养殖户 绿色生产率 倾向得分匹配

【中图分类号】F326.3 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1003-7470（2022）-04-0052（11）

一、引言

提高畜牧业产能对于农业和整个国民经济的持续发展具有重要意义。然而在资源、环境双重约束日益增强的背景下，高能耗和高污染的生产方式已陷入发展困境，环境友好型生产方式无疑成为当下乃至未来畜牧业谋求高质量发展的现实选择。^[1]舒尔茨指出传统农业向现代农业转变的一个必备条件是新的有力的科技供给。^[2]而这种“新的有力的科技供给”进一步被拉坦和速水具体诠释为“与各国资源禀赋条件相适应的技术选择”。^[3]农牧户作为生产技术的最终采用者，是吸收和接纳农业科技的主体，因此有针对性地满足农牧户的技术需求，促进环境友好型生产技术在养殖户层面的学习与采纳，是提高其绿色生产率的关键。

作为农民职业再教育的一种方式，农业技术培训则为加大养殖户人力资本投资并将新的绿色技术导入农业生产经营提供了一条有效途径。自 2004 年以来，“三农”问题被提升到战略性高度，中央层面高度强调农业技术培训对于解决“三农”问题的重要性，且连续出台了若干引导农业技术培训的重要文件。2012 年国家明确提出“大力培育新型职业农民”，并将其纳入国家系统工程，以解决现代农业人力资源支撑问题。2018 年“中央一号文件”强调，实施乡村振兴战略，必须破解人才瓶颈制约，要把人力资本开发放在首要位置，并指出要创新新型职业农民培训机制。2021 年“中央一号文件”依然就“加快构建高素质农民教育培训体系”作出了重要指示，将培育新型职业农民作为推进乡村人才振兴的必要手段。这些政策支持奠定了我国农业技

¹作者简介：刘琼 博士研究生 中国农业大学经济管理学院 北京市 100083

肖海峰 教授 博士生导师 中国农业大学经济管理学院 北京市 100083

基金项目：本文系中华人民共和国农业农村部 and 中华人民共和国财政部国家现代农业产业技术体系项目“国家现代农业产业技术体系产业经济研究”（编号：CARS-39-22）的阶段性研究成果。

术培训的发展基础。

那么在农业生产技术不断得到创新、推广的背景下,养殖户的绿色生产率究竟如何呢?现有文献关于技术培训对绿色生产率影响的研究相对甚少。与其他农业产业相比,畜牧业分散化程度更高,一般来说,组织化程度较低的经营主体经营规范化程度较为不足,且往往存在风险规避心理,^[4]因此,外部信息冲击可能是决定其绿色技术采纳的关键因素。在实践中,农业技术培训一方面为养殖户进行绿色技术学习创造外部条件,另一方面通过改变养殖户的思想观念来对其绿色技术采纳行为产生潜移默化的影响。刘铮等^[5]研究得到参加技术培训的养殖户相比未参加的养殖户能够有效减量使用兽药。曹建民等^[6]分析得到养殖者接受的技术培训次数越多,越趋向于采用现代养殖方式进行肉牛养殖。邹兰娅等^[7]得到养殖户参与技术培训次数显著正向影响其粪污无害化处理行为。可以发现以上研究均将是否接受技术培训或技术培训的次数笼统的作为单因素引入到模型中,其忽视了模型内生性问题可能产生的估计偏误,并且已有研究未就技术培训特征的多个方面进行深入、系统的评估。除了培训频率以外,技术培训的其他重要属性如培训组织和培训质量等也可能影响生产主体的技术采纳。耿宇宁等^[8]研究表明不同技术供给主体如政府和供应链组织对农户的技术采纳行为产生差异化的影响。满明俊等^[9]研究发现良好的技术服务质量对农户采用新技术具有促进作用。因此,从技术培训特征的多个维度来科学全面地评估技术培训的效果有助于找到适应于生产主体需求的有力的技术供给。

综上所述,全面分析技术培训对养殖户绿色生产率的影响,具有深刻的理论与现实意义。畜牧业作为农业供给侧结构性改革的重点发展产业之一,更是被广大中西部贫困地区定位为产业精准扶贫的重要抓手,并且近些年来随着粮改饲和生态政策的实施,畜禽规模化程度和饲养方式发生了显著的改变,精细化的饲养管理对饲养技术提出了更高的要求,养殖户参与技术培训的积极性也因此提高。鉴于此,本文以养殖户为研究样本,在明确环境友好型技术培训带动绿色生产率机理的基础上,拟采用倾向得分匹配法来对环境友好型技术培训对绿色生产率的影响效果进行实证研究。本研究可能的贡献在于:一是借助微观调查数据,运用倾向得分匹配法(PSM)构建一组与参加环境友好型技术培养养殖户样本相匹配的非参与养殖户样本,从而建立一个反事实框架,旨在较为准确地评价环境友好型技术培训对绿色生产率的影响效应。二是从技术培训特征的不同维度划分技术培训类型,深入研究不同类型环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的影响效果。三是针对养殖户个体特征、家庭特征、经营特征、社会特征等要素特征,识别环境友好型技术培训对不同资源禀赋类别养殖户绿色生产率影响效果的差异性。

二、分析框架与模型构建

1. 分析框架

环境友好型培训会促使养殖户直接接触环境友好型技术,提高养殖和管理技能,^[10]实现要素的良好配置以及效益提升,最终提高绿色生产率。农业技术培训是一个连续的过程,培训过程决定培训绩效。^[11]为全面揭示技术培训对养殖户绿色生产率的影响,本文选取培训过程的三个重要方面——培训组织、培训内容以及培训质量来分析不同特征的环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的差异化影响。

不同特征的技术培训对养殖户绿色生产率的影响机理具体内容有以下几个方面。

(1) 不同主体组织的环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的影响效果有所差异。目前我国已形成以政府为主体、以社会推广机构和科研院所推广机构为补充的“一主多元”推广体系,^[12]不同主体由于组织特点和职能发挥的不同,由此产生的环境技术推广效果也具有明显的差异性。其中,政府一直承担了农业技术推广核心主体的角色,且基层农技推广体系是农技推广体系建设的重点。随着政府职能由“干预型”向“引导型”转变,^[13]政府越来越注重以引导型手段来推广“环境友好型”生产技术,^[14]如通过提供病死畜禽无害化处理以及堆肥、发酵、化制等粪污资源化利用等技术培训的方式来引导养殖户进行清洁性生产。除了基层农技推广体系外,以研究试验示范性或经营性为主要特征的非政府技术服务组织已渐显规模并日益发挥重要作用。^[15-16]其具体体现在两个方面。其一,科研院所和高等农业院校是从事农业研究和试验、示范的机构,因为自身科研项目研究的需要,会主动和农业生产者建立联系,实现“教学、科研、生产”的三结合,^[17]这直接有利于农牧户与科技对接,从而实现科技成

果的转化与推广。其二，经营规范化和服务功能强化是合作社等新型经营主体提供技术培训服务的前提。合作社通常出于产品质量控制的目的为成员提供标准化生产技术培训服务，成员也会由于“产品溢价”的激励而出现较高的学习效率。

(2) 不同培训内容对养殖户绿色生产率的影响效果存在差异。畜禽养殖由多个环节构成，技术的专用性特点决定了不同养殖环节对环境友好型技术的需求各不相同。根据服务环节的多寡，培训内容可分为全部养殖环节的环境友好型技术培训和部分养殖环节的环境友好型技术培训。前者是指培训覆盖了产前、产中、产后的全部生产环节，而部分养殖环节的环境友好型技术培训即该培训服务仅覆盖部分养殖环节。由于全部养殖环节的技术培训提供的环境友好型技术服务种类较多，养殖户通过参加技术培训，养殖绿色生产率提高的幅度可能较大。

(3) 不同培训质量对养殖户绿色生产率的带动效果存在区别。培训质量直接有助于养殖户对新技术的接触并形成进一步认知，从而有利于其做出技术采纳决策。Marsh 等^[18]对以农民技术需求为目标的新技术推广模式进行了研究，并得到有效的农业技术推广应该是“科技需求拉动型”而非“科技供给推动型”。因此，如果缺乏来自技术接收者的技术信息反馈情况，研究技术培训的质量就变得缺乏意义。本文用养殖户对环境友好型技术培训的反馈来衡量培训质量，若参加培训的养殖户事后对培训评价越高，则培训质量越好；反之，培训质量越差。技术培训质量越好，代表了该技术培训对实际生产的指导性也越强，通过参加该类技术培训就越可以促进养殖户的环境友好型技术采纳，从而提高其绿色生产率。

2. 模型构建

在研究参与环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的影响时，需要重点考虑两个问题。一是养殖户参加环境友好型技术培训以自愿原则为基础，其行为更多的是由自身决定，因此样本自选择问题及由此产生的模型内生性问题将可能导致模型结果出现偏差。二是即便观测到养殖户参加环境友好型技术培训后的绿色生产率，却不可能观测到该养殖户未参加技术培训时的绿色生产率，这实际上是一种“数据缺失”问题，已有研究多采用二元或多元回归等模型来估计技术培训的效果，但实际上这些模型无法较好地解决样本自选择问题且不能进行反事实分析，鉴于此，本文运用倾向得分匹配法（PSM）来估计参加环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的影响。

为了根据可观测变量区分参与环境友好型技术培训的养殖户（实验组）以及那些具有相同特征但未参与环境友好型技术培训的养殖户（对照组），首先需要构建一个参加环境友好型技术培训的养殖户的决策模型，用以估计养殖户参加环境友好型技术培训的条件概率拟合值，即“倾向得分”，其表达式为：

$$PS_i = \Pr (Training_i = 1 | X_i) = \frac{E (Training_i = 1 | X_i)}{E (Training_i = 0 | X_i)} \quad (1)$$

(1) 式中， PS_i 为倾向得分值， i 表示不同的养殖户， $Training_i=1$ 表示参加环境友好型技术培训的养殖户， $Training_i=0$ 表示未参加环境友好型技术培训的养殖户， X_i 表示控制变量。

其次，估计倾向得分后，将实验组和对照组进行匹配，并就匹配的质量进行双重检验，一是共同支撑域检验，即判断试验组和对照组取值范围是否存在部分重叠；二是平衡性检验，即通过比较实验组和处理组在解释变量上是否存在显著性差异来判断匹配质量。为了保证匹配结果的稳健性，本文选取 K 近邻匹配、核匹配、卡尺匹配、局部线性回归匹配以及样条匹配五种方法分别进行匹配。

最后，计算实验组和对照组养殖户绿色生产率差异，即平均处理效应（ATT），以得到参加技术培训对养殖户绿色生产率的影响。ATT 的表达式为：

$$ATT = E(y_{1i} | Training_i = 1) - E(y_{0i} | Training_i = 1) = E(y_{1i} - y_{0i} | Training_i = 1) \quad (2)$$

(2) 式中, y_{1i} 为参加环境友好型技术培训养殖户绿色生产率, y_{0i} 为匹配后得到的假如实验组未参加技术培训时的生产率。 $E(y_{1i} | Training_i = 1)$ 可以直接观测到, 但 $E(y_{0i} | Training_i = 1)$ 不可直接观测, 属于反事实结果, 需要运用倾向得分匹配法构造相应替代指标。

三、数据来源、变量选取和描述性统计

1. 数据来源

本文利用养殖个体实际生产数据来支撑此项研究。课题组分别于 2016 年、2017 年、2018 年以及 2020 年先后对内蒙古自治区、河北省、四川省、山西省、辽宁省、新疆维吾尔自治区、贵州省、西藏自治区、青海省、陕西省、甘肃省共计 11 个省(区)的肉羊养殖户进行了面对面访谈和问卷调研。在搜集数据时采取了分层随机抽样方法, 即在每个省(区)选择 2 个主要养殖县, 在每个县随机选择 2 个乡镇, 每个乡镇随机选择 2 个村, 并在每个村随机选择 10 个左右的养殖户。综上, 共调研养殖户 664 户, 剔除无效样本后共获得 614 户, 问卷有效率为 92.47%。由于四次调研并非追踪调研(所获得的数据为混合截面数据), 数据存在 4 年时间跨度, 为使数据具有可比性, 本文使用各省(区)农业生产资料价格指数, 以 2016 年为基期, 对养殖投入要素中的精饲料费、粗饲料费、幼畜购进费、其他物资费以及出栏总收入进行了平减, 各省(区)的农业生产资料价格指数来源于《中国统计年鉴》。

2. 重要变量及其测度

(1) 被解释变量。本文被解释变量是养殖户的绿色生产率。本文运用 DEA-SOLVERPro13.0 软件来测算样本养殖户的绿色生产率。

本文在测算养殖户绿色生产率时选取的产出指标是: 单位出栏总收入(元/只)。

非期望产出指标是: 按照养殖规模折算的畜禽肠胃发酵产生的 CH_4 和粪便排放产生的 CH_4 与 N_2O 。为统一口径, 本文参照已有文献的做法,^[19]按照(1t CH_4 =6.82tC, 1t N_2O =81.27tC)的标准将 CH_4 和 N_2O 排放量折算成碳当量, 测算公式为:

$$C_t = \sum_{i=1}^n C_{it} = \sum_{i=1}^n [6.82 \times \gamma_{it} \times (\alpha_i + \beta_i) + 81.27 \times \gamma_{it} \times \theta_i] \quad (3)$$

式(3)中 G_t 为养殖碳排放总量, C_{it} 为第 i 类碳源 t 年的碳排放量 ($i=1, 2$), γ_{it} 为第 i 类碳源 t 年的数量, α_i 为肠道发酵 CH_4 排放系数, β_i 为粪便排放 CH_4 排放系数, θ_i 为粪便排放 N_2O 排放系数。其中, 绵羊、山羊具体碳排放源与碳排放系数参考姚成胜等^[20]的研究。

投入指标包括: 一是单位出栏的精饲料总支出(元), 主要指加工饲料、玉米、豆粕等精饲料支出总额。二是单位出栏的粗饲料总支出(元), 主要指秸秆、干草、花生秧等粗饲料支出总额。三是养殖户家庭和雇工直接劳动的总天数, 按照每天 8 个小时折算成标准工日。四是单只幼畜购进支出(或 3 月龄的仔畜市场折价)(元)。五是单位出栏的其他物质费用总支出(元), 包括医疗防疫费、固定资产折旧费、机械修理费、草场建设维护费、死亡损失费分摊等费用支出总额。

(2) 核心解释变量。本文运用反事实假设的方法分析参加环境友好型技术培训对于养殖户的处理效应，故将参加环境友好型技术培训设置为虚拟变量。环境友好型技术培训是指专门针对圈舍标准化建设、品种改良、^①种养结合管理、卫生防疫、养殖废弃物治理^②中任一项或多项技术的培训。若样本户参加了环境友好型技术培训，则赋值为1；反之，则赋值为0（作为对照组）。

(3) 控制变量。对于PSM的控制变量，要将尽可能同时影响养殖户参加环境友好型技术培训以及其绿色生产率的相关变量考虑进来。本文综合考虑内部特征和外部因素两个方面的影响，从户主个人特征、家庭特征、经营特征和社会特征中选择12个控制变量。

3. 描述性统计

本文所用变量的名称、定义以及描述性统计如表1所示。样本户中，46.7%（287户）参加了环境友好型技术培训，53.3%（327户）未参加环境友好型技术培训。均值差t检验表明，除了养殖收入占比之外，因变量和各类控制变量在培训户与未培训户之间存在显著的禀赋差别，为了克服养殖户在参加环境友好型技术培训方面的自选择偏差，使用处置效应评估模型是十分必要的。

表1 变量定义及描述性统计

变量名称	变量定义	均值	标准差	均值差
养殖户绿色生产率	由DEA-SOLVER Pro13.0次件计算得到	0.617	0.168	0.033**
参加环境友好型技术培训情况	近三年，是否参加过环境友好型技术培训，是=1，否=0	0.467	0.499	
参加政府组织的培训	是=1，否=0	0.659	0.475	
参加合作社组织的培训	是=1，否=0	0.233	0.424	
参加科研院校的培训	是=1，否=0	0.199	0.400	
环境友好型技术培训内容	培训服务覆盖的养殖环节个数	3.634	1.482	
环境友好型技术培训的质量	对培训是否感到满意，其中：满意=1，一般=2，不满意=3	1.634	0.793	
年龄	岁	49.231	9.915	1.692**
受教育水平	未受过教育=1，小学=2，初中=3，高中/中专=4，大专及以上=5	2.376	0.889	0.275***
风险规避程度	风险偏好=1，风险中立=2，风险规避=3	1.849	0.733	-0.219***
养殖收入占比	养殖收入占家庭总收入比例（%）	71.822	46.537	2.500
劳动力数量	人	2.388	1.104	0.149*

^①优良的品种具有长膘快、育肥周期短的优点，可以减少耗粮和碳排放。

^②指病死畜无害化处理或养殖粪污资源化利用。

是否有人担任村干部	是=1, 否=0	0.121	0.326	0.127***
养殖规模	年底存栏（只）	150.404	153.371	63.017***
养殖经验	从事养殖的时间（年）	18.191	11.713	3.142***
养殖方式	舍饲或半舍饲=1, 全放牧=0	0.568	0.496	0.137***
是否加入合作社	是=1, 否=0	0.270	0.445	0.251***
是否获得相关政策扶持	是=1, 否=0	0.658	0.475	0.263***
信贷经历	是=1, 否=0	0.471	0.500	0.071*

注：均值差为参加培训的样本户与未参加培训的样本户相关指标均值之差；*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著。

四、实证结果分析

1. 养殖户参加环境友好型技术培训决策方程估计

为了实现参加环境友好型技术培训与未参加环境友好型技术培训养殖户样本的匹配，首先需要对养殖户参加环境友好型技术培训的条件概率拟合值进行回归分析。囿于篇幅限制，Logit 模型的极大似然估计结果未列出。估计结果显示养殖户参加环境友好型技术培训的可能性与户主特征显著相关。就户主个人特征和家庭特征而言，年龄、受教育水平、风险规避程度以及是否担任村干部对养殖户是否选择参加环境友好型技术培训具有显著影响。具体来看，年龄变量在 5%的水平上显著为正，说明年龄越大的养殖户更有可能选择参加环境友好型技术培训，出现这种情况的原因可能是当前养殖户老龄化现象较为普遍，劳动力供给约束和生产管理水平较低倒逼养殖户不得不寻求新技术的学习和投入来提高绿色生产率。受教育水平和是否担任村干部变量系数均显著为正，说明较高的文化程度和村干部身份有助于养殖户认识到环境友好型技术投入的重要性，同时作为村干部的养殖户有较强的“带头示范”的责任意识，因此参加环境友好型技术培训的积极性较高。而风险规避程度则在 5%的水平上抑制了养殖户参加环境友好型技术培训的可能性，说明养殖户越是风险规避，其参加环境友好型技术培训的可能性越低。

就经营特征而言，养殖规模越大和采取舍饲养殖的养殖户越倾向于参加环境友好型技术培训，这是因为规模化和舍饲养殖对技术投入提出了更高的要求，尤其是圈舍标准化建设和粪污处理等方面的投入，从而提高了养殖户参加环境友好型技术培训的积极性。

就社会特征而言，加入合作社的养殖户越倾向于参加环境友好型技术培训，这是因为一方面当前合作社具有统一销售产品的服务，加入合作社可能会享受“优质优价”的好处，这提高了社员养殖户参加技术培训从而达到产品质量控制的积极性；另一方面合作社本身也可能提供标准化生产技术与指导方面的服务，这增加了社员获得培训的机会。与未获得政府扶持的养殖户相比，获得政府扶持的养殖户更倾向于参加环境友好型技术培训，这是因为越是获得政策扶持的养殖户越有扩大生产的动力，从而参加技术培训的可能性有所增强。

2. 共同支撑域与平衡性检验

（1）共同支撑域检验。为了保证匹配的质量，首先需获得养殖户选择参加环境友好型技术培训的倾向得分，然后再检验匹配的共同支撑域条件。通过查阅数据表发现，参加环境友好型技术培训的养殖户倾向得分区间为 [0.0837, 0.9075]，未参加环境

友好型技术培训的养殖户倾向得分区间为 [0.0860, 0.9079] , 共同支撑域为 [0.0836, 0.9075]。共同支撑域范围越大, 匹配中样本损失的可能性越小。为保证匹配结果的稳健性, 本文在匹配方法上选择最近邻匹配 (k=4)、卡尺匹配 (卡尺范围 0.05)、核匹配 (带宽 0.06)、局部线性回归匹配 (带宽 0.8) 和样条匹配五种方法。这五种匹配方法下参加环境友好型技术培训的养殖户样本损失量为 4~5 个, 损失较小, 共同支撑域较为理想。

表 2 养殖户参加环境友好型技术培训决策 logit 方程估计结果

变量	系数估计值	标准误	Z 值
年龄	0.025**	0.010	2.44
受教育水平	0.201*	0.115	1.75
风险规避程度	-0.315**	0.129	-2.45
养殖收入占比	-0.001	0.002	-0.49
劳动力数量	0.120	0.083	1.45
是否担任村干部	0.664**	0.314	2.11
养殖规模	0.001*	0.000	1.79
养殖经验	0.004	0.008	0.44
养殖方式	0.669**	0.289	2.32
是否加入合作社	1.048***	0.213	4.93
是否获得相关政策扶持	1.019***	0.205	4.96
信贷经历	0.236	0.186	1.27
常熟项	-2.956***	0.744	-3.97
LR 统计量	132.77		
Pseudo R ²	0.157		
样本量	614		

注：该结果为最近邻匹配的结果，k=4, 其余匹配方法的结果与此相同。

(2) 平衡性检验。匹配前后控制变量的平衡性检验结果显示, Pseudo R² 值由匹配前 0.164 显著下降到匹配后 0.004-0.022; LR 统计量由匹配前 139.43 显著下降到匹配后 2.93~16.67; 控制变量联合显著性检验由匹配前的高度显著变成在 1%的水平上总是被拒绝, 表明匹配后控制变量无法决定养殖户是否参加技术培训; 控制变量的均值偏差由匹配前 28.0%显著减少至匹配后的 3.3%~6.4%; 控制变量的中位数偏差由匹配前的 27.8%显著下降到匹配后的 2.7%~5.0%, 总偏误大大降低。检验结果表明倾向得分匹配显著降低了实验组和对照组之间的解释变量差异, 样本匹配质量较好。

3. 参加环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率影响的总体效果分析

根据五种匹配方法测算得到实验组、对照组绿色生产率值及两者相减所得到的 ATT 值 (囿于篇幅限制, 结果未列出)。五种

匹配方法所得到的结果较为接近，且 ATT 值在 5%或 1%水平上通过显著性检验。从 ATT 来看，参加环境友好型技术培训的养殖户若未参加环境友好型技术培训，其绿色生产率值为 0.598~0.601；参加环境友好型技术培训后，其绿色生产率值达到 0.645~0.650, 绿色生产率显著提高了 0.045~0.052, 实证结果显示了参加环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的提升作用。

4. 不同类型环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率影响的差异分析

(1) 不同主体组织的环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率影响存在差异。根据前文理论分析，参加不同培训主体组织的环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的带动效果不尽相同。本文从 287 个养殖户样本中识别出参加了“政府组织的培训”“合作社组织的培训”以及“科研院校举办的培训”的养殖户分别为 189、67、57 户，分别占参加环境友好型技术培养养殖户（287 个）样本量的 65.85%、23.34%、19.86%, 再将没有参加环境友好型技术培训的养殖户（327 户）分别加到这三组样本中，得到的样本组分别为 516、394 和 384 户。表 3 报告了对三组样本分别运用五种匹配方法所得到的实验组和对照组绿色生产率及其相减得到的 ATT 值。具体来看，参加政府组织的环境友好型技术培训其带动效果最强，ATT 值为 0.065~0.077, 可见目前政府的环境规制职能较强，政府除了实行激励性规制和惩罚性规制外，还通过向养殖户推广“环境友好型”技术培训的方式来直接有效地引导其进行清洁性生产。参加合作社组织的培训其带动效果次之，为 0.052~0.055, 可见，尽管合作社并非当前养殖户获得环境友好型技术培训的主流渠道，但合作社培训也较为有效地促进了养殖户绿色生产率的提升，这是因为合作社出于产品质量控制的目的为社员提供标准化生产的技术培训或指导。参加科研院校的培训其带动效果最弱，为 0.045~0.046, 这意味着当前农业科技尤其是环境友好型科技成果转化水平还有进一步提高的潜力。

表 3 不同主体组织的环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的影响效果

匹配方法	科研院校举办的培训			合作社组织的培训			政府组织的培训		
	实验组	对照组	ATT	实验组	对照组	ATT	实验组	对照组	ATT
K 近邻 匹配	0.64	0.59	0.05** (0.02)	0.69	0.64	0.05** (0.02)	0.69	0.61	0.08** (0.04)
卡尺 匹配	0.64	0.59	0.05** (0.02)	0.69	0.64	0.06*** (0.02)	0.64	0.57	0.07** (0.03)
核 匹配	0.64	0.59	0.05** (0.02)	0.69	0.64	0.06*** (0.02)	0.64	0.57	0.07** (0.03)
局部线性 回归匹配	0.64	0.59	0.05*** (0.02)	0.69	0.64	0.05*** (0.02)	0.64	0.57	0.07*** (0.02)
样条 匹配	0.64	0.59	0.05*** (0.02)	0.69	0.64	0.05*** (0.02)	0.64	0.57	0.07*** (0.02)

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平上显著；括弧内为通过自助法得到的标准误，重复抽样 500 次，下表同。

(2) 不同培训内容对养殖户绿色生产率的影响存在差异。按照养殖户生产流程，涉及环境友好型的养殖技术可主要概括为圈舍标准化建设、品种改良、种养结合管理、卫生防疫、养殖废弃物治理五个方面。根据前文分析，为体现培训内容涉及的多环节服务特性，本文将“培训内容”定义为“全部养殖环节的环境友好型技术培训”和“部分养殖环节的环境友好型技术培训”，

其中前者是指覆盖了全部 5 个养殖环节的技术培训，后者又细分为“1~2 个养殖环节”和“3~4 个养殖环节”两项。由此，本文从 287 个养殖户样本中识别出获得“1~2 个养殖环节”“3~4 个养殖环节”“5 个养殖环节”技术培训的养殖户分别为 75、105、107 户，分别占参加环境友好型技术培训养殖户（287 个）样本量的 26.13%、36.59%、37.28%；再将没有参加环境友好型技术培训的养殖户（327 户）分别加到这三组样本中，得到的样本组分别为 402、432、434 户。表 4 报告了对三组样本分别运用五种匹配方法所得到的实验组和对照组生产效率及其相减得到的 ATT 值。可以看到，五种匹配方法所得到的结果均非常接近。具体来看，养殖户参与全部养殖环节环境友好型技术培训后其生产效率提升效果最大，为 0.067~0.074，这是因为当养殖户得到全程养殖环节的环境友好型技术指导后，会将新学到的环境友好型养殖技术运用到养殖的各个环节中，其绿色生产率会不断提高；参与 3~4 个养殖环节环境友好型技术培训的养殖户其绿色生产率提升效果次之，为 0.050~0.059；而参与 1~2 个养殖环节环境友好型技术培训的养殖户其绿色生产率提升效果最弱，且显著性较差，这说明较少的环境友好型技术应用不利于养殖户绿色生产率的提升。同时观察样本发现，覆盖 1~2 个养殖环节的培训多包含卫生防疫技术在内，此类技术属于最基础的环境友好型养殖技术，对该技术的掌握与应用能有效改善畜禽健康状况，但根据调研了解到，目前调研地区均按照国家动物防疫补贴政策要求针对重大动物疾病如高致病性禽流感、小反刍、口蹄疫、布氏菌病等提供强制免疫服务，需要养殖户自行操作的仅有圈舍清洁消毒和防治普通疾病的兽药配制，因此参与此环节的技术培训对养殖户绿色生产率的提升作用不够明显。

表 4 不同培训内容对养殖户绿色生产率的影响效果

组别	覆盖部分养殖环节						覆盖全部养殖环节		
	1~2 个养殖环节			3~4 个养殖环节			5 个养殖环节		
	实验组	对照组	ATT	实验组	对照组	ATT	实验组	对照组	ATT
K 近邻匹配	0.64	0.62	0.02 (0.03)	0.63	0.57	0.06* (0.03)	0.67	0.60	0.07*** 1 (0.03)
卡尺匹配	0.66	0.62	0.04 (0.03)	0.63	0.57	0.06* (0.03)	0.67	0.60	0.07*** (0.02)
核匹配	0.66	0.62	0.04 (0.03)	0.62	0.57	0.05* (0.03)	0.66	0.60	0.07** (0.03)
局部线性回归匹配	0.66	0.62	0.04 (0.02)	0.62	0.57	0.05* (0.03)	0.66	0.60	0.07** (0.03)
样条匹配	0.66	0.62	0.04* (0.02)	0.63	0.57	0.05** (0.03)	0.66	0.60	0.07*** (0.03)

（3）不同培训质量对养殖户绿色生产率的影响存在差异。根据前文理论分析，不同质量的环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的带动效果有所差异。按照养殖户对培训质量的不同评价进行分类，本文从 287 个养殖户样本中识别出培训质量“较好”“一般”以及“较差”的养殖户分别为 162、68、57 户，分别占参加环境友好型技术培训养殖户（287 个）样本量的 56.45%、23.69%、19.86%。再将没有参加环境友好型技术培训的养殖户（327 户）分别加到这三组样本中，得到的样本组分别为 489、395 和 384 户。表 5 报告了对三组样本分别运用五种匹配

表 5 不同培训质量对养殖户绿色生产率的影响效果

组别	培训评价较好	培训评价一般	培训评价较差
----	--------	--------	--------

匹配方法	实验组	对照组	ATT	实验组	对照组	ATT	实验组	对照组	ATT
K 近邻 匹配	0.65	0.56	0.09* (0.05)	0.65	0.61	0.04** (0.02)	0.54	0.61	-0.08 (0.08)
卡尺 匹配	10.64	0.56	0.08* (0.04)	0.65	0.61	0.04*** (0.02)	0.50	0.61	-0.11 (0.09)
核匹配	0.65	0.56	0.09** (0.04)	0.65	0.61	0.04*** (0.02)	0.54	0.60	-0.07 (0.07)
局部线性 回归匹配	0.65	0.56	0.09** (0.04)	0.65	0.61	0.04*** (0.02)	0.54	0.63	-0.09 (0.07)
样条 匹配	0.65	0.56	0.09** (0.04)	0.65	0.61	0.04*** (0.02)	0.54	0.61	-0.07 (0.07)

方法所得到的实验组和对照组绿色生产率及其相减得到的 ATT 值。具体来看,质量较好的环境友好型技术培训带动养殖户绿色生产率提升的效果最为明显,ATT 值为 0.08-0.09,质量一般的技术培训带动养殖户绿色生产率提升的效果次之,ATT 值为 0.04~0.04,而质量较差的技术培训并不能显著提升养殖户的绿色生产率,这说明环境友好型技术培训的质量越好也即实用性越强,养殖户越能得到有效的技术信息用于指导养殖活动,从而提高绿色生产率。

五、环境友好型技术培训效果在不同特征养殖户之间的差异分析

养殖户对环境友好型技术培训的参与源于对自身资源禀赋不足的弥补,资源禀赋不同的养殖户对技术的需求自然不同,那么环境友好型技术培训是否会对不同特征养殖户的绿色生产率存在差异化影响呢?本文进一步按户主个人特征、家庭特征、经营特征以及社会特征将其分类,检验技术培训效果是否在不同特征养殖户之间存在差异。

1. 分类标准

本文主要依据户主个人特征、家庭特征、经营特征以及社会特征的自然属性和统计分布特征对养殖户进行分类。由于样本容量所限,为保证匹配效果,对于每个分组变量,本文均是把所有样本划分为两个样本组别。是否担任村干部变量由于“是”选项、是否加入合作社变量由于“是”选项所涉及的样本量较少而不便进行 PSM,而“风险规避态度”中由于“风险规避”样本量较少因此将此选项与“风险中立”选项合并视为“风险非偏好”。由于养殖户受教育程度普遍偏低,故将初中以下和初中及以上作为两类,对于其他连续型分组变量,本文首先计算出它们的均值,然后分为“大于均值”和“小于均值”两个样本组别进行 PSM。

2. 估计结果

由表 6 可知,环境友好型技术培训在不同特征养殖户之间存在差异化的影响。其中,当户主年龄较小或受教育程度较高时,环境友好型技术培训显著提高了其绿色生产率,这是因为年轻或文化水平越高的养殖户对新技术的学习和接受能力较强,通过培训后,其对先进养殖技术、新经营理念等接受和应用程度可能越高,越能促进绿色生产率的提升。

与风险非偏好的养殖户相比,环境友好型技术培训对风险偏好养殖户绿色生产率的带动效果反而较弱,这可能是因为,一方面,风险非偏好的养殖户在作决策时更易受其他人的影响,通过参加技术培训不仅可以学习新技术,还能改变固有的思维观念,从而提高其绿色生产率。另一方面,相比风险非偏好的养殖户来说,风险偏好的养殖户其行动能力更强,对养殖与粪污治理等固

定性生产资产一次性投入也会更大，而投资回报具有一定时滞性，因此短期内绿色生产率的提升效果较为有限。

当养殖收入占比较高和养殖规模较大的养殖户在获得环境友好型技术培训后，更能显著提高其绿色生产率，这是因为这类养殖户养殖专业化程度更高，生产投入能力更强，在获得技术培训后，更有利于强化其环境管理水平。

当家庭劳动力人数较少时，技术培训显著提高了其绿色生产率；而当劳动力人数较多时，该影响不显著。这可能是因为劳动力规模越小，家庭面临的劳动力供给约束越大，因此越注重劳动节约型养殖技术的投入。

当户主养殖年限较短时，环境友好型技术培训显著提高了其绿色生产率；而当养殖年限较长时，该影响不显著。这主要是因为当养殖经验积攒到一定程度后，养殖户对旧的生产技术产生了一定的路径依赖，因而技术培训对这类养殖户绿色生产率提升的作用并不明显。相反，养殖年限较短的养殖户由于自身养殖经验不足，对技术的学习欲望较强，因此通过参加技术培训即“干中学”可以有效提高其绿色生产率。

当养殖户养殖方式为舍饲时，环境友好型技术培训显著提高了其绿色生产率，而全方牧养殖方式下绿色生产率提升效果并不显著，这可能是因为与较为粗放的全方牧养殖方式相比，舍饲的养殖方式对精细化管理提出了更高的要求，尤其是圈舍标准化建设、种养结合、粪污资源化利用等技术的应用需求较高。

当养殖户获得信贷与相关政府扶持时，均有利于推动环境友好型技术培训对绿色生产率的促进作用，这是因为银行信贷资金与政府给与的补贴政策均能有效缓解养殖户的资金压力，进而对标准化生产起到积极作用。

表 6 参加环境友好型技术培训对不同特征养殖户绿色生产率影响效果的差异

分组变量	分类	实验组	对照组	ATT	分组变量	分类:	实验组	对照组	ATT
年龄	<50 岁	0.66	0.60	0.06** (0.03)	养殖	150 只及以下	0.65	0.60	0.05** (0.03)
	≥50 岁	0.65	0.60	0.05** (0.03)	规模	150 只以上	0.66	0.60	0.06** (0.03)
受教育	初中以下	0.63	10.60	0.03 (0.03)	养殖	18 年及以下	0.68	0.60	0.08*** (0.03)
水平	初中及以上	0.70	0.60	0.09** (0.04)	经验	18 年以上	0.60	0.59	0.01 (0.03)
风险	风险非偏好	0.64	0.55	0.10* (0.06)	养殖	全放牧	0.56	0.55	0.01 (0.03)
偏好	风险偏好	0.67	0.58	0.09** (0.04)	方式	舍饲和半舍饲	0.69	0.62	0.07*** (0.02)
养殖收入占比	70%及以下	0.67	0.66	0.02 (0.02)	政策	未获得	0.62	0.61	0.02 (0.04)
	70%以上	0.64	0.57	0.07** (0.03)	扶持	获得	0.64	0.59	0.05** (0.02)

家庭 劳动力 数量	2 人及 以下	0.65	0.60	0.05** (0.02)	信贷	未获得	0.62	0.60	0.02 (0.03)
	2 人 以上	0.59	0.57	0.02 (0.04)	经历	获得	0.66	0.60	0.06** (0.03)

六、研究结论与启示

本文基于课题组对中国 11 省（区）的微观调研数据，采用倾向得分匹配法研究了参加环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的影响效果。研究得出三点结论。一是相比未参加环境友好型技术培训的养殖户，参加环境友好型技术培训的养殖户其绿色生产率明显要高。二是不同特征的环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的影响具有差异性，其中，养殖户通过参加政府组织的培训其绿色生产率提高的幅度要明显大于参加合作社组织的培训和科研院校举办的培训。技术培训覆盖的环境友好型技术越多或参加培训的质量越好，越能带动养殖户绿色生产率的提高。三是技术培训对绿色生产率的影响效果在不同特征养殖户之间存在差异，年龄较小、受教育程度较高、风险非偏好、养殖收入占比较高、家庭劳动力数量较低、养殖规模较大、养殖年限较短、采取舍饲养殖方式、获得政府扶持以及获得信贷的养殖户，在参与环境友好型技术培训后，能够更好地采纳养殖技术，实现绿色生产率的提高。

根据上述研究结论，本文得到三点启示。一是提高养殖户参与环境友好型技术培训的积极性。当前畜牧业生产方式正处于由传统向现代转型的关键时期，这对生产技术提出了较高的要求，鉴于技术培训能够向养殖户导入环境友好型生产技术，因此各地要加大农业绿色技术推广体系的建设，并通过宣传、奖励、教育等引导性方式鼓励养殖户参与环境友好型技术培训，从而达到环境友好型技术普及的目的。二是综合不同特征的环境友好型技术培训对养殖户绿色生产率的影响存在差异，因此应从培训特征的不同维度来完善培训过程，从而全面提升培训效果。首先，要提高“环境友好型”养殖技术培训的覆盖范围至全部养殖环节。其次，发展“环境友好型”养殖技术的多元推广体系。一要继续发挥政府的“引导型”职能，适当提高其“环境友好型”技术服务范围和服务频率。二要加强合作社等新型农业经营主体运作规范化并鼓励养殖户加入其中，借助经营组织的激励机制来实现养殖户绿色生产水平的提高。三要按照养殖户的实际生产需求来进一步完善科研院校的培训内容并创新其培训方式，增强培训技术的实用性，避免培训技术与实际生产相脱节。三是鉴于环境友好型技术培训对绿色生产率的影响效应“因人而异”，因此一方面开展环境友好型技术培训应考虑养殖户的差异，即根据不同资源禀赋类别的养殖户采取不同的培训策略；另一方面是针对培训效果较差的养殖户，应适当辅以激励型、监管型等政府手段，促使其采纳环境友好型养殖技术。

参考文献：

- [1]刘刚，罗千峰，张利庠. 畜牧业改革开放 40 周年：成就、挑战与对策[J]. 中国农村经济，2018, (12).
- [2]西奥多·W·舒尔茨著. 改造传统农业[M]. 北京：商务印书馆，1987.
- [3]速水佑次郎，拉坦. 农业发展的国际分析[M]. 北京：中国社会科学出版社，2000.
- [4]孔凡斌，钟海燕，潘丹. 小农户土壤保护行为分析以施肥为例[J]. 农业技术经济，2019, (01).
- [5]刘铮，周静，宋宝辉. 肉鸡养殖户兽药减量使用行为及其影响因素分析[J]. 华中农业大学学报(社会科学版)，2019, (03).
- [6]曹建民，赵立夫，刘森挥等. 农牧业生产方式转变及其影响因素研究——利用有限混合模型对中国肉牛养殖方式转变的实证分析[J]. 中国农村经济，2019, (11).

-
- [7] 郭兰娅, 齐振宏, 黄炜虹. 环境感知、制度情境对生猪养殖户环境成本内部化行为的影响—以粪污无害化处理为例[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2017, (05).
- [8] 耿宇宁, 郑少锋, 王建华. 政府推广与供应链组织对农户生物防治技术采纳行为的影响[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2017, (01).
- [9] 满明俊, 李同, 李树奎等. 技术环境对西北传统农区农户采用新技术的影响分析基于三种不同属性农业技术的调查研究[J]. 地理科学, 2010, (01).
- [10] Dinar A, Karagiannis G, Tzouvelekas V. Evaluating the Impact of Agricultural Extension on Farms Performance in Crete: A Nonneutral Stochastic Frontier Approach[J]. Agricultural Economics, 2007, (02).
- [11] 廖西元, 王志刚, 朱述斌等. 基于农户视角的农业技术推广行为和推广绩效的实证分析[J]. 中国农村经济, 2008, (07).
- [12] [15] 郭海红. 改革开放四十年的农业科技体制改革[J]. 农业经济问题, 2019, (01).
- [13] 彭芬兰, 邓集文. 生态治理中的引导型政府职能模式定位[J]. 理论导刊, 2016, (02).
- [14] 张小筠, 刘戒骄. 新中国 70 年环境规制政策变迁与取向观察[J]. 改革, 2019, (10).
- [16] 高启杰, 姚云浩, 马力. 多元农业技术推广组织合作的动力机制[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2015, (01).
- [17] 彭凌凤. 农业科技推广模式的创新探索——新农村发展研究院服务农业科技推广的模式比较[J]. 农村经济, 2017, (02).
- [18] Marsh S P, Lindner R K, Masters W, et al. Does Agricultural Extension Pay? A Case Study for a New Crop, Lupins, in Western Australia[J]. Agricultural Economics, 2004, (30).
- [19] 冉锦成, 苏洋, 胡金凤等. 新疆畜牧养殖经济效益与碳排放脱钩关系的实证研究[J]. 中国农业资源与区划, 2017, (01).
- [20] 姚成胜, 钱双双, 李政通等. 中国省际畜牧业碳排放测度及时空演化机制[J]. 资源科学, 2017, (04).