

# 农户分化对环境友好型技术采纳影响的实证研究 ——基于 554 户农户对测土配方施肥技术应用的调研

王思琪<sup>1</sup> 陈美球<sup>1\*</sup> 彭欣欣<sup>1,2</sup> 刘桃菊<sup>1</sup>

(1. 江西农业大学 农村土地资源利用与保护研究中心/江西省鄱阳湖流域农业资源与生态重点实验室,南昌 330045;  
2. 江西省南昌市新建区国土资源局,南昌 330010)

**摘要** 为把握农户分化对环境友好型技术采纳的影响规律,基于江西省 554 户农户调查数据,以测土配方施肥技术为例,运用 Ordered-Probit 模型,实证分析农户分化对环境友好型技术采纳行为的影响。结果表明:1)农户分化对环境友好型技术采纳行为具有显著影响,随家庭非农收入比重的增加而降低农户对环境友好型技术的采纳。2)分化后形成的不同类型农户,其环境友好型技术采纳行为的影响因素存在差异,其中农户的年龄、学习技术的经济能力的影响并不因农户分化而发生变化,年龄越大、经济能力越弱,环境友好型技术采纳行为越低;农户受教育程度、劳动力非农比例、地块分散程度、测土服务、面源污染认知的影响,表现出随家庭非农收入比重增加而减弱的趋势;技术应用效果评价、技术理解力和技术可获性等与技术本身密切相关的因素,表现出随家庭非农收入比重增加而增强的趋势。

**关键词** 农户分化; 环境友好型技术; 测土配方施肥; 采纳行为; 影响因素

**中图分类号** F323.3 **文章编号** 1007-4333(2018)06-0187-10 **文献标志码** A

## Empirical study on the influence of rural-household differentiation on their willingness to adopt environment-friendly technology: Based on the investigation of 554 peasant households' application of soil testing formula fertilization technology

WANG Siqi<sup>1</sup>, CHEN Meiqiu<sup>1\*</sup>, PENG Xinxin<sup>1,2</sup>, LIU Taoju<sup>1</sup>

(1. Research Center on Rural Land Resources Use and Protection/The Key Laboratory of Poyang Lake Basin Agricultural Resources and Ecology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China;  
2. Bureau of Land and Resources of Xinjian District, Nanchang City, Nanchang 330100, China)

**Abstract** The aim of this study is to understand the law that how rural-households' differentiation affects farmers adoption of environment-friendly technology. Based on 554 survey samples of Jiangxi Province, by taking soil testing formula fertilization technology as an example, an Ordered-Probit model is used to analyze the influence of farmers' differentiation on their adoption behavior of environment-friendly technology. The results show that: 1) The rural-household differentiation has significant impact on farmer's adoption of environment-friendly technology. The adoption of environment-friendly technologies is reduced with the increasing of the proportion of non-farm income. 2) There are differences in the factors influencing the adoption behavior of environment-friendly technology for different differentiation degree of farmers. Farmers' age and their economic ability of learning technology do not change due to farmers' differentiation. The older the farmers are, the lower their economic capacity is and the less their intention to adopt environment-friendly technology. The farmers' education level, the proportion of non-agricultural labor force, the degree

收稿日期: 2017-08-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(71473112); 江西省高校人文社会科学研究项目(JD17067); 江西现代农业及其优势产业可持续发展的决策支持协同创新中心项目(2015WT05); 江西省高校哲学社会科学创新团队建设项目(15SKJD13)

第一作者: 王思琪, 硕士研究生, E-mail: 1378369107@qq.com

通讯作者: 陈美球, 教授, 博士生导师, 主要从事土地资源管理研究, E-mail: cmq12@263.net

of scattered land, soil testing services and the cognition of non-point source pollution decrease with the increasing of the proportion of non-farm income. The evaluation of technical application effect, ability to understand technology and availability of technology are increased with the increasing of the proportion of non-agricultural income.

**Keywords** rural-household differentiation; environment-friendly technology; soil testing and formulated fertilization; adoption behavior; influencing factors

因化肥过量使用而日益严重的农业面源污染,已成为我国生态环境污染最主要的污染源之一<sup>[1-2]</sup>,不仅导致河流湖泊水体富营养化,还加剧大气污染,甚至破坏农田生态系统,直接威胁到国家粮食安全<sup>[3]</sup>。为此,2015年农业部下发《到2020年化肥使用量零增长行动方案》,明确提出到2020年,化肥利用率达到40%以上,力争实现农作物化肥使用量零增长。环境友好型技术的推广应用,是提升化肥利用率,实现化肥使用量零增长目标最根本的途径。农户作为农业生产活动的主体,是化肥使用和环境友好型技术应用的决策主体<sup>[4-5]</sup>,他们对环境友好型技术的采纳行为,对于环境友好型技术的应用至关重要。伴随着城镇化的快速推进,农户分化已成为当前我国农村的一个突出社会现象<sup>[6]</sup>。农户分化不仅带来了农村社会经济的变化,而且因对农业依赖程度的不同而表现出农业生产行为的差异,也会反映在对环境友好型技术的关注和响应的差异上<sup>[7]</sup>。

测土配方施肥技术作为一项相对成熟的环境友好型技术<sup>[8]</sup>,以“缺什么补什么,缺多少补多少”实现精确施肥,既增加农作物缺乏的营养元素,又可减少农业面源污染物排放量,多年的推广应用已在促进农户增收、农业增效和减缓农业面源污染方面表现出积极的成效<sup>[9-11]</sup>。尽管学术界已对农户测土配方施肥技术采纳意愿及行为展开了较多研究<sup>[12-14]</sup>,但大多把农户作为一个整体看待,而忽略了农户分化这一社会现象。江西省是传统的农业大省,是全国水稻主产区,也是最早推广应用测土配方施肥技术的省份之一,2005年开始引进测土配方施肥技术,2009年在全省全覆盖推广,2005—2015年已累计应用2 454.05万hm<sup>2</sup>。本文以江西省为研究对象开展专题调研,利用水稻种植户调查数据,系统掌握农户分化对环境友好型技术采纳影响规律,以期为促进农户对环境友好型技术的采纳,实现我国化肥使用减量化目标提供参考。

## 1 数据来源与样本特征

### 1.1 数据来源

本研究数据来源于课题组的专题调研。在综合

考虑地区经济发展水平、地理位置、兼业程度等因素的基础上,偏向测土配方施肥重点示范县、农业生产大县以及配方肥销量较好的地区来确定样本县,共选取了南昌县、奉新县、高安县、万年县、余干县、鄱阳县、兴国县、新干县等8个县进行调查。调研采取随机抽样的方式,在每个样本县选择一个乡镇,每个乡镇中确定两个行政村,每个村发放问卷40份,于2016年暑假期间采取入户访谈形式进行。调查内容包括被访问者基本信息、农户家庭情况、农户对科学施肥的认知及施肥习惯、测土配方施肥技术采纳意愿等。共发放问卷640份,收回问卷586份,其中有效问卷554份,问卷回收率为91.56%,有效问卷率为94.54%。

### 1.2 农户分化类型划分与样本农户分化特征

农户分化是农户由传统的同质性农业经营分化为农、工、商等不同经营内容的异质性过程,是农户依据自身资源禀赋对家庭劳动力在农业生产与非农业生产之间重新配置的结果。其突出特征是职业分化,并进一步引发农民的收入水平和收入结构呈现差异,具体表现为农户由单纯的农业经营户逐渐分化出亦工亦农的各种兼业户,从而形成纯农户、兼业户、非农户并存且不断演化的局面<sup>[15]</sup>。本研究参考农户类型划分已有成果<sup>[16-18]</sup>,依据家庭生计类型与非农收入比重将农户划分为纯农户、I兼户、II兼户和非农户4种类型,具体划分标准见表1。554个样本农户中,纯农户和非农户所占比例分别为13.72%和22.02%,兼业农户的比例为64.26%,其中,II兼户所占比例较高,达到49.46%。

按农户分化类型对554个样本农户主要特征进行归类,结果见表2。从表中可知,在性别上,II兼户和非农户男性比例要低于其它类型农户,这与这两类农户外出务工者多为男性劳动力的现象吻合;在年龄上,纯农户平均年龄达55.18,明显高于其它类型农户,反映了“老人农业”凸显的现状,同时纯农户平均受教育程度也最低;在家庭人口结构上,4种类型农户的户均总人口数量和户均劳动力数量,总体上差异不大,但都呈现非农收入比重随总人口和

劳动力增加而增加的趋势；在家庭年收入上，则表现出家庭年收入随非农收入比重增加而增加的明显规律，说明非农就业是当前农户收入的主要途径；在承

包地规模上，I兼户的耕地经营规模明显高于其它类型农户，这符合I兼户家庭人口平均年龄低于纯农户、家庭收入以农业为主的实际。

表1 农户类型划分标准

Table 1 Classification standard of rural household types

农户类型 Rural household types	划分标准 Classification standard			频数 Frequency	百分比/% Percentage
	生计类型 Living types	非农收入比重/% The proportion of non-agricultural income			
纯农户 Full-time farming households(FTFH)	单一种植、养殖 Single planting or breeding	0~10		76	13.72
I兼户 Part-time farming households I (PTFH I)	短期务工、种养殖 Short-term working and long-term planting or breeding	10~50		82	14.80
II兼户 Part-time farming households II (PTFH II)	长期务工、种养殖 Long-term working and short-term planting or breeding	50~90		274	49.46
非农户 Non-farming households (NFH)	单一务工 Single working	90~100		122	22.02

表2 样本农户分化特征

Table 2 Differentiation characteristics of sample rural households

样本基本特征 Sample basic characteristics	纯农户 FTFH	I兼户 PTFH I	II兼户 PTFH II	非农户 NFH	全部样本 All the samples
性别 Gender	0.84	0.83	0.75	0.75	0.78
年龄/岁 Age	55.18	49.49	48.66	47.13	49.34
受教育程度 Education level	1.47	1.54	1.55	1.62	1.56
家庭总人口/人 Total household population	5.24	5.37	6.23	6.33	5.99
家庭劳动力/人 Family labor force	3.13	3.34	3.96	4.03	3.77
家庭年收入/万元 Family annual income	4.64	6.90	7.56	9.44	7.47
耕地经营面积/hm <sup>2</sup> Cultivated land area	0.36	0.53	0.33	0.25	0.35

注：性别中男=1，女=0；受教育程度中中小学及以下=1，初中=2，高中=3，大专及以上=4。

Note: In index of sex, male = 1, female = 0; In index of educational level, primary and secondary school and below = 1, junior school = 2, senior school = 3, college or above = 4.

### 1.3 样本农户测土配方施肥采纳行为

表3是不同分化类型农户测土配方施肥技术采纳行为的统计结果。从表中可以看出,存在农户对农业依赖程度越高,其采纳测土配方施肥技术的比例越高的一般规律:不论是“未采纳”比例,还是“部分采纳”比例和“完全采纳”比例,对农业依赖程度高的纯农户和Ⅰ兼户存在惊人的相似,

且“未采纳”比例低于“部分采纳”和“完全采纳”的比例,而对农业依赖程度低的Ⅱ兼户和非农户的“未采纳”比例非常相似,均高于“部分采纳”和“完全采纳”的比例,但非农户的“完全采纳”比例却远高于Ⅱ兼户,这很可能是因为非农户受教育程度更高,且耕地经营面积更少,农产品主要用于自家消费。

表3 农户测土配方施肥技术采纳行为

Table 3 Behavior of farmers' adoption of soil testing formula fertilization technology

测土配方施肥技术采纳 Adoption of soil testing formula fertilization technology	农户类型 Rural household types							
	纯农户 FTFH		Ⅰ兼户 PTFH I		Ⅱ兼户 PTFH II		非农户 NFH	
	样本量	百分比/%	样本量	百分比/%	样本量	百分比/%	样本量	百分比/%
未采纳 Not adopted	32	42.11	34	41.46	170	62.04	78	63.93
部分采纳 Partly adopted	28	36.84	30	36.59	80	29.20	26	21.31
完全采纳 Fully adopted	16	21.05	18	21.95	24	8.76	18	14.75

## 2 模型构建与计量检验

### 2.1 模型设定

本研究通过设置问题“您是否采用了测土配方施肥技术”来衡量农户测土配方施肥技术的采纳行为,采纳行为按未采纳、部分采纳和完全采纳3个等级设置答案,属于递进顺序的有序多分类变量。故采用 Ordered-Probit 回归模型进行分析。

Ordered-Probit 模型的函数形式表示:

$$y^* = \beta_0 + \beta x_i' + u \quad (1)$$

式中: $i$ 是农户个体, $y^*$ 代表其因变量, $x_i$ 是可能影响因变量的一组解释变量向量, $\beta$ 是相应的未知系数, $\beta_0$ 是常数项; $u$ 是服从正态分布的随机扰动项。样本中 $y^*$ 是无法直接观察潜在变量,需要用可以观察到的变量 $y_i$ 表示。假设 $\gamma_1 < \gamma_2 < \dots < \gamma_{n-1}$ 表示阈值,本研究中,因此有2个阈值, $y_i$ 与潜变量 $y^*$ 的关系是:

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{若 } y_i^* \leq \gamma_1 \\ 2, & \text{若 } \gamma_1 \leq y_i^* \leq \gamma_2 \\ 3, & \text{若 } y_i^* \geq \gamma_2 \end{cases} \quad (2)$$

### 2.2 变量选取

农户的技术采纳行为是各种因素综合作用的一个动态过程。除了兼业分化特征外,农户是否采纳新技术还是一个基于成本—收益的分析过程<sup>[19]</sup>。

参考相关文献<sup>[20-21]</sup>,采用新技术的成本主要包括农户为学习新技术而需投入一定的时间、精力和金钱所形成的学习成本以及农户为获取新技术而支付的交易成本。此外,农户的年龄、教育、劳动力非农比例、耕地规模等也是不容忽视的影响因素;同时,农户选择新技术还可能受到外部环境,如乡邻行为、测土服务等方面的影响。因此,本研究除了以兼业分化为主变量外,还选取了个人基本特征、家庭及生产经营特征、学习成本、技术认知与可获得性、外部环境等5类变量。其中,个人特征变量包括性别、年龄及受教育程度;农户家庭及生产经营特征包括科技示范户、劳动力非农比例、耕地经营面积、地块分散程度;学习成本变量包括技术理解能力和经济能力;技术认知与可获得性变量包括技术认知、技术指导和技术获得;外部环境变量包括测土服务、外界影响、技术应用效果评价和面源污染认知。被解释变量为农户采纳测土配方施肥行为。变量的设定与具体描述见表4。

### 2.3 计量检验

为了保证回归结果有效,则自变量之间不能存在多重共线性。研究采用容忍度指标(TOL)和方差膨胀因子(VIF)等用于诊断多重共线性。一般认为,方差膨胀因子(VIF)值越大,说明变量间多重共线性越严重,若 $VIF \leq 5$ ,可认为变量间不存在严

表4 模型变量说明及描述性统计

Table 4 Descriptive statistics of variables in model

类别 Category	变量名称 Name	变量定义及赋值 Meaning and assignment	均值 Mean	标准差 SE
因变量 Y Dependent variable	实际采纳行为 Y Actual adoption behaviors	是否采用了测土配方施肥? 未采纳=1,部分采纳=2,完全采纳=3	1.57	0.721
个人基本特征 I Individual basic characteristics	性别 I <sub>1</sub> Gender	女=0,男=1	0.78	0.417
	年龄 I <sub>2</sub> Age	农民实际年龄	49.34	8.724
	受教育程度 I <sub>3</sub> Education level	小学及以下=1,初中=2,高中=3,大专及以上=4	1.56	0.626
家庭及生产经营特征 F Family and production characteristics	科技示范户 F <sub>1</sub> Sci-tech model agricultural households	您家是否为科技示范户: 否=0,是=1	0.07	0.262
	非农收入比重 F <sub>2</sub> Proportion of non-agricultural income	非农收入占家庭总收入的比值	0.64	0.299
	劳动力非农比例 F <sub>3</sub> Non-agricultural labor ratio	常年在外打工人数占家庭总人数的比例	0.26	0.402
	耕地经营面积 F <sub>4</sub> Cultivated land area	实际经营的耕地面积	0.35	0.304
	地块分散程度 F <sub>5</sub> Land fragmentation	耕地面积/耕地块数	1.04	0.973
学习成本 C Learning cost	技术理解力 C <sub>1</sub> Ability to understand technology	是否能够理解施肥建议卡上的信息:一点都不理解=1;不太理解=2;能够大概理解=3;能够全面理解=4	2.15	0.949
	经济能力 C <sub>2</sub> Economic capability	采纳测土配方技术的经济能力:非常不好=1;比较不好=2;一般=3;比较好=4;非常好=5	2.98	1.268
技术认知与可获得性 T Cognition and availability of technology	技术认知 T <sub>1</sub> Cognitive skills in technology	是否听说过测土配方施肥技术: 否=0,是=1	0.44	0.497
	技术指导 T <sub>2</sub> Ability to guide technology	农户与农技人员联系是否方便: 特别不方便=1;不方便=2;一般=3;比较方便=4;特别方便=5	2.12	1.048
	技术获得 T <sub>3</sub> Ability to acquire technology	是否能较方便的购买到配方肥: 否=0,是=1	0.52	0.500
外部环境 E External environment	测土服务 E <sub>1</sub> Soil testing service	是否有技术人员为您家测过土: 未测过土=0,测过土=1	0.15	0.355
	外界影响 E <sub>2</sub> External influence	乡邻行为对你采纳测土配方施肥行为的影响:很小=1;较小=2;一般=3;较大=4;很大=5	3.46	1.346
	技术应用效果评价 E <sub>3</sub> Evaluation of technical application effect	对当前测土配方技术满意度如何: 很不满意=1;不太满意=2;一般=3;比较满意=4;很满意=5	2.42	0.903
	面源污染认知 E <sub>4</sub> The cognition of non-point source pollution	认为过量施用化肥是否会造造成农业面源污染:一点都不影响=1;没多大影响=2;有一点影响=3;影响很大=4	2.66	0.912

重的多重共线性问题。通过 stata 进行多重共线性诊断,发现容忍度的最小值为  $0.709 > 0.1$ ,方差膨

胀因子的最大值为  $1.411 < 5$ (表 5),说明变量之间不存在多重共线性问题。

表 5 多重共线性检验  
Table 5 Multi-collinearity test

解释变量 Explanatory variable	容忍度 TOL	方差膨胀因子 VIF
性别 $I_1$ Gender	0.853	1.173
年龄 $I_2$ Age	0.777	1.287
受教育程度 $I_3$ Education level	0.798	1.253
科技示范户 $F_1$ Sci-tech model agricultural households	0.807	1.240
非农收入比重 $F_2$ Proportion of non-agricultural income	0.810	1.234
劳动力非农比例 $F_3$ Non-agricultural labor ratio	0.897	1.115
耕地经营面积 $F_4$ Cultivated land area	0.791	1.264
地块分散程度 $F_5$ Land fragmentation	0.795	1.257
技术理解力 $C_1$ Ability to understand technology	0.921	1.085
经济能力 $C_2$ Economic capability	0.826	1.211
技术认知 $T_1$ Cognitive skills in technology	0.760	1.317
技术指导 $T_2$ Ability to guide technology	0.709	1.411
技术获得 $T_3$ Ability to acquire technology	0.824	1.214
测土服务 $E_1$ Soil testing service	0.842	1.188
外界影响 $E_2$ External influence	0.766	1.305
技术应用效果评价 $E_3$ Evaluation of technical application effect	0.752	1.329
面源污染认知 $E_4$ The cognition of non-point source pollution	0.805	1.242

### 3 模型估计结果

本研究运用 stata 13.0 统计软件对农户调查数据进行 Ordered-Probit 回归分析,结果见表 6。由表中可知, $P$  值( $\text{Prob} > \chi^2 = 0.000\ 0$ )说明模型通过了 1% 的显著水平检验,对数似然比(Log likelihood = -453.272 23)和伪判决系数(Pseudo  $R^2 = 0.143\ 0$ ),说明模型整体拟合优度较好,具有统计学意义。

由表 6 可知,家庭非农收入比重( $F_2$ )与农户年龄( $I_2$ )、是否科技示范户( $F_1$ )、经济能力( $C_2$ )、技术获得( $T_3$ )等 5 个因素通过了 1% 的显著水平检验。说明因农户兼业分化而导致的家庭非农收入比重变化对农户测土配方施肥技术采纳行为产生了显著影

响,并表现出随家庭非农收入比重的增加而降低农户对测土配方施肥技术的采纳。另外,技术理解力( $C_1$ )、技术应用效果评价( $E_3$ )2 个因素通过了 5% 的显著水平检验;承包地的地块分散程度( $F_5$ )则通过了 10% 的显著水平检验。

为了进一步分析农户分化对测土配方施肥技术采纳行为的影响,分别对不同分化类型农户采纳测土配方施肥技术行为进行 Ordered-Probit 模型分析,具体结果见表 7。

对比表 7 与表 6 可以发现,分化后的农户测土配方施肥技术采纳行为的影响因素发生了明显变化,进一步说明了农户分化对其环境友好型技术采纳行为具有显著影响,不同分化类型农户测土配方施肥技术采纳行为的影响因素表现出相应的差异性。

表6 农户测土配方施肥技术采纳行为模型估计结果  
Table 6 Regression estimates on the behavior of farmers' adoption of soil testing formula fertilization technology

解释变量 Explanatory variable	估计系数 Coefficient	标准误差 Standard error
性别 $I_1$ Gender	0.111	0.142
年龄 $I_2$ Age	-0.055***	0.007
受教育程度 $I_3$ Education level	0.056	0.091
科技示范户 $F_1$ Sci-tech model agricultural households	0.803***	0.213
非农收入比重 $F_2$ Proportion of non-agricultural income	-0.701***	0.192
劳动力非农比例 $F_3$ Non-agricultural labor ratio	0.179	0.123
耕地经营面积 $F_4$ Cultivated land area	0.006	0.013
地块分散程度 $F_5$ Land fragmentation	-0.121*	0.066
技术理解力 $C_1$ Ability to understand technology	0.146**	0.057
经济能力 $C_2$ Economic capability	0.130***	0.046
技术认知 $T_1$ Cognitive skills in technology	0.185	0.122
技术指导 $T_2$ Ability to guide technology	-0.046	0.060
技术获得 $T_3$ Ability to acquire technology	0.312***	0.117
测土服务 $E_1$ Soil testing service	0.012	0.155
外界影响 $E_2$ External influence	-0.072	0.044
技术应用效果评价 $E_3$ Evaluation of technical application effect	0.172**	0.068
面源污染认知 $E_4$ The cognition of non-point source pollution	0.022	0.064
/cut1	-1.681	0.559
/cut2	-0.561	0.556
LR $\chi^2(17)$	151.23	
Prob> $\chi^2$	0.000 0	
Pseudo $R^2$	0.143 0	

注：\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在1%、5%、10%的统计水平上显著。

Note: \*\*\*, \*\* and \* represent statistically significance at levels of 1%, 5% and 10%.

1) 纯农户测土配方施肥技术采纳行为影响因素分析。农户的年龄、受教育程度、地块分散程度、测土服务及面源污染认知等5个因素达到了1%的极显著影响。其中,年龄越大的农户,越不愿意采纳测土配方施肥。这可能因为年龄较大者由于从事农业生产的时间比较长,积累的农业生产经验比较丰富,要改变其农业生产行为比较困难,且年龄较大的农户思想和观念也较为保守,对新技术的理解和接受能力要低于年龄较小者,自然越不倾向于采纳测土配方施肥技术;受教育层次越高的农户,越愿意采纳

测土配方施肥,这是因为教育有利于加强对农业新技术的认识;地块分散程度越大的农户,越不易于采纳测土配方施肥,这是因为地块分散不利于规模经营,也不便于测土配方施肥的应用,表明当前地块分散现象会阻碍测土配方施肥技术的推广;测土服务越好的地方,其农户越愿意采纳测土配方施肥,这也充分说明技术服务对技术推广的重要性;对面源污染认知越深刻的农户,越愿意采纳测土配方施肥,这符合认知是行为先导的规律,也说明普及面源污染知识对测土配方施肥技术推广具有促进作用。另外,

表7 不同分化类型农户测土配方施肥技术采纳行为模型估计结果

Table 7 Regression estimates on the behavior of different differentiation types of farmers' adoption of soil testing formula fertilization technology

解释变量 Explanatory variable	纯农户 FTFH		I 兼户 PTFH I		II 兼户 PTFH II	
	估计系数 coef.	标准误差 SE	估计系数 coef.	标准误差 SE	估计系数 coef.	标准误差 SE
性别 $I_1$ Gender	0.064	0.875	0.553	0.816	0.212	0.220
年龄 $I_2$ Age	-0.102***	0.030	-0.114***	0.031	-0.037***	0.012
受教育程度 $I_3$ Education level	1.287***	0.495	-0.185	0.380	0.046	0.143
科技示范户 $F_1$ Sci-tech model agricultural households	-1.142	1.099	2.705***	0.835	-0.079	0.387
劳动力非农比例 $F_2$ Non-agricultural labor ratio	2.952**	1.392	-2.218	1.365	0.197	0.137
耕地经营面积 $F_3$ Cultivated land area	0.109	0.077	-0.032	0.051	0.003	0.019
地块分散程度 $F_4$ Land fragmentation	-1.409***	0.549	-0.491**	0.219	-0.012	0.092
技术理解力 $C_1$ Ability to understand technology	0.059	0.212	-0.213	0.231	0.149*	0.084
经济能力 $C_2$ Economic capability	0.471**	0.201	0.737***	0.247	0.375***	0.087
技术认知 $T_1$ Cognitive skills in technology	-0.003	0.746	0.689	0.539	0.202	0.178
技术指导 $T_2$ Ability to guide technology	-0.259	0.303	-0.128	0.248	0.096	0.098
技术获得 $T_3$ Ability to acquire technology	0.241	0.575	0.274	0.495	0.518***	0.176
测土服务 $E_1$ Soil testing service	1.957***	0.702	-0.095	0.492	0.228	0.264
外界影响 $E_2$ External influence	0.038	0.189	0.084	0.189	-0.089	0.078
技术应用效果评价 $E_3$ Evaluation of technical application effect	0.120	0.307	0.904***	0.287	0.0258**	0.106
面源污染认知 $E_4$ The cognition of non-point source pollution	0.732***	0.255	-0.294	0.309	-0.140	0.101
/cut1	-0.817	2.168	-3.198	2.353	0.899	0.840
/cut2	1.716	2.168	-0.634	2.269	2.166	0.850
LR $\chi^2(16)$	84.950		92.260		75.790	
Prob> $\chi^2$	0.000		0.000		0.000	
Pseudo $R^2$	0.527		0.528		0.159	

劳动力非农比例和经济能力 2 个因素达到了 5% 水平的显著影响,且均呈正相关,即劳动力非农比例越高、经济能力越强的农户,越愿意采纳测土配方施肥。

2) I 兼农户测土配方施肥技术采纳行为影响因素分析。农户的年龄、是否科技示范户、经济能力和

技术应用效果评价等 4 个因素达到了 1% 的极显著影响。其中,年龄呈负相关,是否科技示范户、经济能力和技术应用效果评价呈正相关;地块分散程度达到了 5% 水平的显著影响,呈负相关。与纯农户比较,显著影响因素少了农户受教育程度、劳动力非农比例、测土服务和面源污染认知 4 个因素,增加了



是否科技示范户和技术应用效果评价2个因素,且均是显著的正相关影响,说明Ⅰ兼农户对测土配方施肥技术的应用效果非常关注。

3)Ⅱ兼农户测土配方施肥技术采纳行为影响因素分析。农户的年龄、经济能力和技术获得等3个因素达到了1%的极显著影响。其中,年龄呈负相关,经济能力和技术获得呈正相关;技术应用效果评价达到了5%水平的显著影响,呈正相关;技术理解力也达到了10%水平的显著影响,呈正相关。与纯农户比较,显著影响因素少了农户受教育程度、劳动力非农比例、地块分散程度、测土服务和面源污染认知5个因素,增加了技术获得、技术应用效果评价和技术理解力3个因素,且均呈正相关。与Ⅰ兼农户比较,显著影响因素少了是否科技示范户、地块分散程度2个因素,增加了技术获得、技术理解力2个因素,说明Ⅱ兼农户对测土配方施肥技术本身的关注度很高。

#### 4 主要结论

本研究基于江西省554户农户调查数据,运用Ordered-Probit模型,以测土配方施肥技术为例,实证研究了农户分化对环境友好型技术采纳行为的影响。得出以下几点结论:

1)农户分化对环境友好型技术采纳行为具有显著影响。家庭非农收入比重的变化是农户分化的主要表现,而研究表明,家庭非农收入比重变化对农户采纳环境友好型技术行为有极显著影响,并表现出随家庭非农收入比重的增加而降低农户对环境友好型技术的采纳。

2)分化后形成的不同类型农户,其环境友好型技术采纳行为的影响因素存在差异。农户分化后相应会形成纯农户、Ⅰ兼户、Ⅱ兼户和非农户4种类型,非农户基本不务农,不在研究范围之内。而纯农户、Ⅰ兼户、Ⅱ兼户的环境友好型技术采纳行为影响因素表现出一定的差异:纯农户的影响因素包括农户的年龄、受教育程度、地块分散程度、测土服务、面源污染认知、劳动力非农比例、经济能力等7个因素;Ⅰ兼农户的影响因素包括农户的年龄、是否科技示范户、经济能力、技术应用效果评价、地块分散程度等5个因素;Ⅱ兼农户的影响因素包括农户的年龄、经济能力、技术获得、技术应用效果评价、技术理解力等5个因素。

3)分化后形成的不同类型农户,随着家庭非农

收入比重的变化,其环境友好型技术采纳行为的影响因素变化存在一定规律与趋势。一是无论哪种类型农户,农户的年龄、学习技术的经济能力都分别呈现出显著的负相关、正相关,说明年龄和经济能力对环境友好型技术采纳行为的影响并不会因分化而发生变化,均表现出年龄越大、经济能力越弱,环境友好型技术采纳行为越低的规律;二是农户受教育程度、劳动力非农比例、地块分散程度、测土服务、面源污染认知的影响,表现出随家庭非农收入比重增加而减弱的趋势;三是技术应用效果评价、技术理解力和技术可获性等与技术本身密切相关的因素,表现出随家庭非农收入比重增加而增强的趋势。

#### 参考文献 References

- [1] 刘宁. 关乎中华民族生存之基的大事[J]. 求是, 2013(21): 58-59  
Liu N. Matters relating to the basis for the survival of the Chinese nation[J]. *QiuShi*, 2013(21): 58-59 (in Chinese)
- [2] Shen Z Y, Liao Q, Hong Q, Gong Y W. An overview of research on agricultural non-point source pollution modeling in China[J]. *Separation and Purification Technology*, 2012, 84(9): 104-111
- [3] Liu X, Zhang Y, Han W, Tang A. Enhanced nitrogen deposition over China[J]. *Nature*, 2013, 494(7438): 459-462
- [4] Long H, Li T. The coupling characteristics and mechanism of farmland and rural housing land transition in China [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2012, 22(3): 548-562
- [5] 梁流涛, 冯淑怡, 曲福田. 农业面源污染形成机制: 理论与实证[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(4): 74-80  
Liang L T, Feng S Y, Qu F T. Forming mechanism of agricultural non-point source pollution: A theoretical and empirical study [J]. *China Population · Resources and Environment*, 2010, 20(4): 74-80 (in Chinese)
- [6] 诸培新, 叶琦. 农户分化下农民宅基地退出意愿差异性研究: 基于江苏省886个样本数据[J]. 农林经济管理学报, 2015, 14(3): 279-288  
Zhu P X, Ye Q. Farmers Differentiated Willingness To homestead exit differences: Based on 886 sample data in Jiangsu Province[J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2015, 14(3): 279-288 (in Chinese)
- [7] 龙冬平, 李同昇, 于正松. 农业技术扩散中的农户采用行为研究: 国外进展与国内趋势[J]. 地域研究与开发, 2014, 33(5): 132-139  
Long D P, Li T S, Yu Z S. Research on behavior of farmers' adoption under technology diffusion of agriculture: Abroad progress and domestic trends[J]. *Areal Research and Development*, 2014, 33(5): 132-139 (in Chinese)

- [8] 张维理, 武淑霞, 冀宏杰, Kolbe H. 中国农业面源污染形势估计及控制对策[J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 1008-1017  
Zhang W L, Wu S X, Ji H J, Kolbe H. Estimation of agricultural non-point source pollution in China and the alleviating strategies [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 37(7): 1008-1017 (in Chinese)
- [9] 韩会平. 农户采用测土配方施肥技术的影响因素分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2010  
Han H P. Analysis on the effect factors on the adopting behavior about soil testing and formulated fertilization technology of peasant household [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2010 (in Chinese)
- [10] 李莎莎, 朱一鸣, 马骥. 农户对测土配方施肥技术认知差异及影响因素分析: 基于11个粮食主产省2172户农户的调查[J]. 统计与信息论坛, 2015, 30(7): 94-100  
Li S S, Zhu Y M, Ma J. Analysis on the cognitive differences on soil testing and formulated fertilization technology and its reason: Based on the survey of 2 172 farmer household from 11 provinces [J]. *Statistics and Information Forum*, 2015, 30(7): 94-100 (in Chinese)
- [11] 魏建林, 董筱丹, 谭德水, 江丽华, 崔荣宗, 肖建军. 农户采用测土配方肥行为的影响因素分析: 以山东省平原县为例[J]. 中国农学通报, 2015, 31(27): 276-284  
Wei J L, Dong X D, Tan D S, Jiang L H, Cui R Z, Xiao J J. Analysis of influencing factors on farmers' adoption of soil testing and formulated fertilization: Based on survey data of Pingyuan County of Shandong Province [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2015, 31(27): 276-284 (in Chinese)
- [12] 褚彩虹, 冯淑怡, 张蔚文. 农户采用环境友好型农业技术行为的实证分析: 以有机肥与测土配方施肥技术为例[J]. 中国农村经济, 2012(3): 68-77  
Chu C H, Feng S Y, Zhang W W. The empirical analysis of environmental friendly agricultural technology behavior in rural households: Taking organic fertilizer and soil testing formula fertilization as an example [J]. *Chinese Rural Economy*, 2012(3): 68-77 (in Chinese)
- [13] 高辉灵, 梁昭坚, 陈秀兰, 徐学荣. 测土配方施肥技术采纳意愿的影响因素分析: 基于对福建省农户的问卷调查[J]. 福建农林大学学报: 哲学社会科学版, 2011, 14(1): 52-56  
Gao H L, Liang Z J, Chen X L, Xu X R. Analysis of factors influencing adaptation of the technology of formula fertilization by soil testing: Based on the questionnaire survey of farmer households in Fujian [J]. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University: Philosophy and Social Sciences*, 2011, 14(1): 52-56 (in Chinese)
- [14] 罗小娟, 冯淑怡, 石晓平, 曲福田. 太湖流域农户环境友好型技术采纳行为及其环境和经济效应评价: 以测土配方施肥技术为例[J]. 自然资源学报, 2013, 28(11): 1891-1902  
Luo X J, Feng S Y, Shi X P, Qu F T. Farm households' adoption behavior of environment friendly technology and the evaluation of their environmental and economic effects in Taihu basin: Taking formula fertilization by soil testing technology as an example [J]. *Journal of Natural Resource*, 2013, 28(11): 1891-1902 (in Chinese)
- [15] 李宪宝, 高强. 行为逻辑、分化结果与发展前景: 对1978年以来我国农户分化行为的考察[J]. 农业经济问题, 2013, 34(2): 56-65  
Li X B, Gao Q. Behavioral logic, differentiation results and prospects: The inspection of rural-household differentiation since the reform in China [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2013, 34(2): 56-65 (in Chinese)
- [16] 赵晓峰, 何慧丽. 农村社会阶层分化对农民专业合作社发展的影响机制分析[J]. 农业经济问题, 2012, 33(12): 38-43  
Zhao X F, He H L. The impact mechanism analysis to the development of farmers' cooperatives from rural class differentiation [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2012, 33(12): 38-43 (in Chinese)
- [17] 王利平, 王成, 李晓庆. 基于生计资产量化的农户分化研究: 以重庆市沙坪坝区白林村471户农户为例[J]. 地理研究, 2012, 31(5): 945-954  
Wang L P, Wang C, Li X Q. Research on rural household differentiation based on the quantification of livelihood assets: Evidence from 471 rural households in Bailin Village, Shapingba District, Chongqing City [J]. *Geographical Research*, 2012, 31(5): 945-954 (in Chinese)
- [18] 刘洪仁, 杨学成. 转型期农民分化问题的实证研究[J]. 中国农村观察, 2005(4): 74-80  
Liu H R, Yang X C. The empirical study on the problem of peasant differentiation during the transition period [J]. *China Rural Survey*, 2005(4): 74-80 (in Chinese)
- [19] 孔祥智, 方松海, 庞晓鹏, 马九杰. 西部地区农户禀赋对农业技术采纳的影响分析[J]. 经济研究, 2004(12): 85-95  
Kong X Z, Fang S H, Pang X P, Ma J J. Analysis of the effect of household endowments on the agricultural technology adoption decision in West China [J]. *Economic Research*, 2004(12): 85-95 (in Chinese)
- [20] Bekele W, L Drake. Soil and water conservation decision behavior of subsistence farmers in the eastern highlands of Ethiopia: A case study of the Hunde-Lafto Area [J]. *Ecological Economics*, 2003, 46(3): 437-451
- [21] Deininger K. Collective agricultural production: A solution for transition economies? [J]. *World Development*, 1995, 23(8): 1317-1334