

不同农业技术扩散环境区农户技术采用行为分析

——以西北干旱半干旱地区节水灌溉技术为例

李佳怡, 李同昇, 李树奎

(西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

摘要: 为了探究在不同的农业技术扩散环境地区农户技术采用行为对农业技术扩散环境的影响, 通过对西北干旱半干旱地区 377 个农户的调查数据分析, 建立了影响农户参与节水灌溉技术因素的 logistic 模型。结果表明, 在农技高水平区, 国家扶持政策是激励农户采用节水灌溉的主要因素; 在农技中等水平地区, 农户采用行为易受培训次数以及农区自然条件影响; 而在农技低水平地区, 主要是农户的信息便捷度、自然条件以及农户的风险意识影响着节水灌溉技术的采用。应通过加大支持力度, 强化农民教育与培训, 改善区域信息环境等措施使农业技术扩散环境从低水平区向高水平区过渡。

关键词: 技术扩散; Logistic 模型; 节水灌溉

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2010)05-0201-05

中图分类号: F327.41

Analysis of Farmer's Technology Adoption Behavior in Different Environments of Agri-technique Diffusion

—A Case Study of Water-saving Irrigation Technology in the Arid and Semiarid Area of Northwest China

LI Jia-yi, LI Tong-sheng, LI Shu-kui

(Department of Urban and Resources Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

Abstract: In order to explore the impact of the technology adoption behavior of farmers to the different levels of agricultural technology, a logistic model of influencing factors for farmer willingness to participate in agricultural water-saving is established based on the investigated data of 392 farmers from the different levels of agricultural technology in the arid and semiarid area. Results show that in the environment of high level agri-technique diffusion, government support policies are the main factor to encourage farmers to adopt water-saving irrigation. In the environment of intermediate level agri-technique diffusion, the adoption of water-saving irrigation technology is easily influenced by the number of annual training and natural conditions in rural areas. In the environment of low level agri-technique diffusion, water-saving irrigation technology is more vulnerable to the impacts of farmer's acceptance of new technologies, natural conditions in rural area, and farmers' risk awareness. At last, some measures to raise the level of agricultural technology to a high level are suggested, such as intensifying government support policies, strengthening education and training, and improving regional information environment.

Keywords: technology diffusion; logistic model; agricultural water-saving irrigation

农业技术创新扩散是指一种农业新技术、新发明、新成果等从创新源头开始向周围传播, 被广大农户和涉农企业采纳并使用的过程^[1]。而农户技术选择行为直接制约着农业技术扩散的速度和效率, 是调整农业政策, 改进农业技术扩散体系, 提高农业技术扩散率, 实现农业现代化的重要影响因素。

从国内外现有的研究来看, 杜能(Von Thunen)^[2]的农业区位论作为最早研究空间对经济活动影响的

模型, 暗含了距离对不同地区技术创新采用情况的影响: 距离城市的远近, 决定着各地获得新技术的成本, 也影响着各地对技术种类的选择。瑞典地理学家哈格斯特朗(Hagestrand)^[3]对农业技术扩散的空间过程做出了开创性贡献, 他认为信息在空间上的“有效流动”(effective flow)是决定技术扩散的最重要因素, 并以信息流动的形式将扩散区分为 3 种不同的类型: 接触扩散、等级扩散和迁移扩散。对农业技术扩

散机制的研究,主要集中在对农业技术扩散影响因素进行综合评价,寻找出主要的影响因素^[4-5]。国内对农业技术创新扩散的研究起步比较晚,内容主要集中在对国外理论与方法的推介、扩散的影响因素、农业技术推广体系的改进、农户对技术的选择等方面。其中李同昇,王武科^[6]对农业技术扩散环境的地区差异进行了分析,简要解释了农业技术扩散环境的区域特征及其成因,并制定了合理的区域农业发展策略。曾刚^[7]通过对上海张江科技园的实证研究,得出距离因子对不同尺度技术扩散的影响。刘红梅,王克强^[8]从影响农户采用节水灌溉技术的因素分析入手,探讨激励农户采用节水灌溉技术的因素,分析表明提高农民文化水平、加大节水宣传教育力度、扩大经营规模、培育用水者协会等民间组织、加大财政扶持等措施,能促进农户采用节水灌溉技术。

本文试图以西北干旱半干旱区域作为研究区域,以节水灌溉技术作为扩散实例,通过实际调查与数据分析,探究在不同的农业技术扩散环境地区,农户技术采用行为对农业技术扩散环境的影响,并提出农业技术扩散环境从低水平区向高水平过渡的差异化措施。

1 农业技术扩散环境区模型构建及样本取值

1.1 农业技术扩散环境区样本选择过程

农业技术扩散环境是地区农业发展的综合反映,其高低直接影响到农业发展和农业综合生产能力。区域农业技术扩散环境的高低是多种因素相互作用的结果,不仅与当地农业的自然生态环境有关,而且

受到农业发展水平、农业科技政策、信息网络环境、社会文化环境和中介服务状况等要素的影响^[9]。在充分考虑农业技术扩散环境特殊性的基础上,本文拟用 13 个指标构建指标体系(表 1)。

杨凌农业示范区作为西北干旱半干旱地区农业技术扩散的创新源地,其所处的农业技术扩散环境具有一定的代表性和标准性,因此以杨凌农业示范区 2007 年的原始数据为标准对其他县域的数据进行标准化处理,计算方法为:

$$y_{ij} = x_{ij} / u_j \quad (1)$$

式中: y_{ij} ——第 i 个县域的第 j 个指标标准化后数值; x_{ij} ——第 i 个县域的第 j 个指标的实际值; u_j ——杨凌示范区的第 j 个指标的实际值。

将 2007 年 352 个评价单元的原始数据标准化处理后,建立 352×13 的规范化指数矩阵,运用 SPSS 统计分析软件进行因子分析,选取特征值大于 1.00 的 4 个因子作为主因子。KMO 检验 0.756,累计方差贡献率为 74.638%。由于各主因子含义不清,运用矩阵正交法对初始因子载荷矩阵进行正交旋转,得到主因子载荷矩阵(表 1)。

之后运用因子分析法计算出各县(市)农业技术扩散环境的综合指数,其计算公式为:

$$S_i = \sum_{j=1}^4 F_{ij} W_j \quad (2)$$

式中: S_i ——第 i 个县域农业技术扩散环境综合指数; F_{ij} ——第 j 个主因子在第 i 个县域的得分值; W_j ——第 j 个主因子的方差贡献率占 4 个主因子方差累积贡献率的比重^[10]。

表 1 西北干旱半干旱地区县域农业技术扩散环境评价指标

因子释义	观测变量	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
耕地的规模	人均水浇地面积 X_1/hm^2	0.918	0.173	-0.124	0.014
集约程度	人均耕地面积 X_2/hm^2	0.912	0.080	-0.141	-0.122
农业经济 发展水平	人均第一产业增加值 $X_3/\text{元}$	0.844	-0.015	0.140	0.232
	人均农林牧渔基本建设投资 $X_4/\text{元}$	0.682	-0.073	0.274	0.055
	农民人均纯收入 $X_5/\text{元}$	0.655	0.235	0.434	0.279
社会文化 环境	文盲率 $X_6/\%$	-0.213	-0.902	-0.158	0.082
	平均受教育年限 X_7/a	0.337	0.829	0.365	-0.131
	电视覆盖率 $X_8/\%$	-0.097	0.732	0.063	0.365
科技信息 环境	单位面积农用机械总动力 $X_9/(\text{kW} \cdot \text{hm}^{-2})$	-0.108	0.184	0.694	0.182
	农业专业技术人员比重 $X_{10}/\%$	0.374	0.065	0.692	-0.033
	百人农村固定电话(户)数 X_{11}	0.387	0.300	0.663	-0.170
自然环境	气候生产力 X_{12}	-0.421	-0.030	-0.058	0.732
	单位面积产量 $X_{13}/(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})$	0.453	0.457	0.095	0.549
	特征值	4.133	2.471	1.892	1.207
	贡献率/ $\%$	31.791	19.009	14.552	9.286
	累计贡献率/ $\%$	31.791	50.800	65.352	74.638

注:数据来源 2008 年各省统计年鉴和 2008 年《中国县(市)社会经济统计概要》。

应用上述方法,计算出西北干旱半干旱地区 352 个县域农业技术扩散环境的综合指数得分,最终结果表明西北干旱半干旱地区农业技术扩散环境较好的地区主要集中在内蒙古西部、新疆北部、甘肃西部和陕西关中地区,而得分较低的地区则主要分布在宁夏、青海、甘肃南部和新疆南部。根据数据统计与专家经验相结合的方法,本文确定了西安市周至县、渭南市白水县、延安市安塞县、中卫市中卫县 4 个县为节水灌溉技术的调查区。在样本选择时不仅考虑到农业技术扩散环境较好的区域例如周至,也考虑到农业技术扩散环境中等的区域例如白水、安塞,同时也兼顾了农业技术扩散环境相对较差的区域例如中卫。

1.2 农户技术采用行为数据来源

本文所用的数据主要来源于调查问卷。实地调查于 2009 年上半年进行,具体采用访谈形式,依据事先印好的问卷,请农户逐一回答有关问题。样本户的选取是在县农业部门了解该地区节水灌溉应用及分布特征的基础上,按照交通状况、经营主业以及由近及远的原则,在不同方位上随机确定的。调查农户共计 410 户,有效问卷 377 份,其中周至 119 份,白水 85 份,安塞 95 份,中卫 78 份。调查问卷经过编码处理,在 SPSS 软件中共形成 377 家农户,每户 13 个数据的数据库。该数据经过内部协调性检验,个别地方做了核实修改,成为本研究的依据。

1.3 农户技术采用行为的基本假设与模型选择

农户是否采用节水灌溉技术受所面临的自然因素、经济因素和社会环境等影响,为了解释在不同农业技术扩散环境下的农户节水灌溉技术采用情况,选用在微观个体意愿及其影响因素领域广泛应用的 Logistic 模型进行回归分析。该模型适用于因变量为两分变量的情况,同时自变量可以全部是定性变量、定量变量,或者是定性变量与定量变量相结合。本文以农户是否采用节水灌溉技术作为因变量,如果农户采用节水灌溉技术则 $y=1$,不采用则定义 $y=0$;设 $y=1$ 的概率为 p ,则 y 的分布函数为:

$$f(y) = p^y(1-p)^{1-y}; y=0,1 \quad (3)$$

由于因变量的取值范围限制在 $[0,1]$ 内,因此选取适用于二元因变量分析的 Logistic 模型,其模型基本形式如下:

$$\ln = \frac{P_i}{1-P_i} = B_0 + \sum_{i=1}^n B_i X_i \quad (4)$$

经过 Logit 变换,得到概率函数与自变量间的线性表达式为:

$$P_i = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_n X_n + \epsilon \quad (5)$$

(4)式和(5)式中: P_i 为农户采用节水灌溉技术的概率(采用=1,不采用=0), B_i 表示第 i 个影响因素的回归系数, B_0 表示回归方程的常数^[10]。 X_i 表示影响农户采用节水技术的第 i 个指标,具体包括户主特征、家庭经济特征、技术硬环境以及技术软环境 4 大类指标(见表 2)。

表 2 Logistic 实证分析模型所涉及的相关变量

变量	变量说明	
户主特征	户主年龄 X_1	反映户主年龄的自变量,设为虚拟变量。35 以下=1, 35~55 岁=2, 55 岁以上=3。
	受教育程度 X_2	1 代表文盲,2 代表小学,3 代表初中,4 代表高中,5 代表大中专,6 代表大学本科及以上。
	对新技术的接受程度 X_3	指的是农户对风险的态度,通过农户对新技术的采用时机来判断,推广初期采用=1,推广中期采用=2,技术推广晚期采用=3。
家庭经济特征	年均总收入 X_4	反映农户经济状况的自变量,以农户家庭年均总收入来表示,单位为万元。以小于 2 万元作为对照组,2 万元以下=1, 2~5 万元=2, 5~10 万元=3, 10 万元以上=4。
	农业劳动人口比重 X_5	其值为调查问卷农户劳动人口数量除以家庭人口总数。
	兼业程度 X_6	其值为非农业收入/家庭总收入。
	耕地面积 X_7	反映农户农业经营规模的自变量,以每户的总耕地面积来表示,单位为 hm^2 。
技术硬环境	农区自然条件 X_8	等于灌溉 $0.067 hm^2$ 耕地所需的费用,单位为 hm^2 。
	交通通达度 X_9	1 代表交通状况很差,2 代表交通状况一般,3 代表交通便利。
	信息便捷度 X_{10}	1 代表信息状况差(各种通讯都没有),2 表示信息状况一般(有其中一种),3 代表信息便利(包括拥网络,电话,有线电视等)。
技术软环境	国家扶持政策 X_{11}	反映政府对农户采用节水灌溉技术是否给予补助的自变量,设为虚拟变量。以农户所采用的公益性方式是否有政府的资金扶持来表示。有扶持=1,无扶持=0。
	培训质量 X_{12}	差=1,一般=2,好=3。
	年均参加培训次数 X_{13}	反应农户对农业技术的接受意愿,5 次以下=1, 5~10 次=2, 10 次以上=3。
	农技站提供服务次数 X_{14}	按实际服务次数计算。
	农技站服务质量 X_{15}	满意=1,不满意=0。

表2中技术软环境主要指人文环境,包括文化氛围、体制机制、政策法规等;技术硬环境主要是指物资环境,包括地理条件、资源状况、基础设施等,两者共同组成影响农户技术采用的环境因素。为了保证模型的完整性,在借鉴已有研究成果的基础上,选择户主年龄、户主受教育水平、对新技术接受程度代表农户自身特征因素;选择年均总收入、劳动人口比重、兼业程度和耕地面积作为农户家庭经济特征的组成变量。

2 农户技术采用行为数据分析

2.1 农业技术扩散环境高水平区模型分析

以周至县作为样本数据,借助SPSS软件的Binary Logistic分析功能,用向前筛选法,经过7个步骤分析出周至地区农户采用节水灌溉技术的影响因素,最终结果见表3。从估计结果看,预测的准确率达到87.4%,模型拟合度较好。

表3 农业技术扩散环境高水平区模型参数估计结果

解释变量	B	S. E.	Wald	df	Sig.	exp(B)
农业劳动人口比重	-3.111	1.566	3.945	1	0.047	0.045
农区自然条件	-0.059	0.014	17.433	1	0.000	0.942
国家扶持政策	3.689	0.793	21.626	1	0.000	39.99
年均参加培训次数	0.884	0.410	4.637	1	0.031	2.42
常量	0.380	1.127	0.114	1	0.736	1.46

注: $\chi^2=4.456(p<0.001)$,统计结果显著。其中B为回归系数,S. E. 为标准误差,Wald为Wald统计量,df为自由度,Sig. 为显著水平,exp(B)为发生比率, β 为标准化回归系数。下同。

从模型结果来看,(1)国家扶持政策的Sig.值为0,说明统计检验水平显著,其系数符号B为正值,说明该参数与因变量之间呈正相关。这表明,在其他条件不变的情况下,国家对农户的扶持政策越大,农户采用节水灌溉技术的可能性就越高。这一结果与调研最初的预期分析基本一致。周至县与杨凌农业技术开发区紧邻,具有一定的距离优势,能够较快地了解并吸收较为先进的农业技术,符合接触扩散的规律。(2)农区自然条件对农户采用节水灌溉技术的影响也十分显著。从模型结果来看,被调查者家庭类型变量的系数在1%统计检验水平显著,而且系数符号为负。这说明,在其他条件不变的情况下,农户所在地区水资源越匮乏,农户越能感到开展农业节水的重要性,因此农户采用节水灌溉技术的意愿也就会越高。(3)农户年均参加培训次数对于农户采用节水灌溉技术的影响也相对显著,说明农户参与培训次数越多,对节水灌溉技术的作用了解越透彻,采用公益性的可能性越大。(4)农业劳动力比重与农户节水

灌溉技术的采用成负相关。在农村大量人口进城务工,从事农业生产的劳动力大幅减少的背景下,减少劳力,减轻体力的节水灌溉技术是农民欢迎的,以期提高农业产量和效益。

2.2 农业技术扩散环境中等水平区模型分析

以白水县和安塞县的180份问卷做样本,统计出采用节水灌溉技术的农户共77户,占总样本的42.8%,校正百分比为79.4%,模型拟合度良好。在SPSS中采用向前筛选法,共3步得出该地区影响农户采用节水灌溉技术的因素(见表4)。

表4 农业技术扩散环境中等水平区模型参数估计结果

解释变量	B	S. E.	Wald	Df	Sig.	exp(B)
耕地面积	0.059	0.026	4.948	1	0.026	1.06
农区自然条件	-0.026	0.004	37.504	1	0.000	0.97
年均参加培训次数	0.583	0.236	6.109	1	0.013	1.79
常量	0.386	0.562	0.470	1	0.493	1.47

注: $\chi^2=7.038(p<0.001)$,统计结果显著。

通过模型也可以看出,在农业技术中等水平区,耕地面积、农区自然条件以及年均参加培训次数是影响农户采用节水灌溉技术的重要变量。该地区人地矛盾相对缓和,人均耕地面积相对增加,土地经营规模大,而干旱少雨、水资源匮乏又同时制约着该区域农业的发展。为了提高农作物产量及品质,采用节水灌溉技术,进行合理化经营耕作成为农户的最佳选择。与此同时,该区域处于杨凌农业技术开发区的外围扩散区域,分布着杨凌农业技术示范区和西北农林大学的多所技术推广中心,因此农户参加培训的频率相对较高,从而提高了该区农户的农业技术扩散环境与技术敏感度,有利于农户接受节水灌溉技术。

2.3 农业技术扩散环境较低水平区模型分析

在中卫县的78份问卷中,采用节水灌溉技术的农户共24户,占总样本的30.8%,校正百分比为89.7%,模型拟合度良好。在SPSS中采用向前筛选法,在第4步得出该地区影响农户采用节水灌溉技术的因素(见表5)。

表5 农业技术扩散环境较低水平区模型参数估计结果

解释变量	B	S. E.	Wald	df	Sig.	exp(B)
信息便捷度	2.69	1.144	5.556	1	0.018	14.823
农区自然条件	-0.116	0.032	13.023	1	0.000	0.891
国家扶持政策	3.862	1.136	11.559	1	0.001	47.570
对新技术的接受程度	-2.107	0.772	7.447	1	0.006	0.122
常量	0.388	3.355	0.013	1	0.908	1.474

注: $\chi^2=8.796(p<0.001)$,统计结果显著。

实证分析表明,(1) 农户的信息便捷度越大,越倾向于采用节水灌溉技术,其结果在 10%上具有可信度。在农村,人们获取信息的途径除了亲戚邻里的口头言传,还依赖各种信息媒介,如报纸、杂志、图书、广播、电影、电视,互联网等,这些信息渠道能够消除由于信息不充分而造成的技术扩散的不确定性,增加了扩散的成功率,同时大幅减少农技空间传播的时间和成本。说明农户对于节水灌溉技术的了解和认识越深入,越愿意接纳该项技术。(2) 对新技术的接受程度在一定程度上反应了农户的探险精神,采用新技术的时间越晚表明其接受程度越差,两者成负相关。一种新技术刚开始试用时,由于有其不确定性,最初常常仅有少数农民愿意采用,而大多数传统农民心理素质较差,不敢承担风险,采取观望态度,等到采用新技术的农民将收入增加的结果传播给他们时,他们缺乏对市场正确的分析和预测而盲目地模仿。通过调查得知农业技术扩散环境较低的地区农户思想相对保守,缺乏创新探索精神,因此在采取节水灌溉技术的时候通常是勇于接受新技术的农户较早采用。(3) 该区域本身经济发展水平较差,因此国家政策扶持力度较大,对于农户采用节水灌溉技术起到了积极的推动作用。

3 农业技术扩散环境实证结果分析

通过对各个农业水平区的分析,发现影响农户采用节水灌溉技术的因素各有不同。且与其它类型的技术相比,以往研究中影响农户技术采用行为的因素(如农民年龄、受教育程度、家庭收入等)对于农户采用节水灌溉技术影响并不显著^[11-12]。影响农户采用节水灌溉技术的主要有以下 4 个要素:农区自然条件、国家扶持政策、年均参加培训次数、新技术的接受程度。

(1) 农区自然条件是影响农户采用节水灌溉技术的主要因素。具体表现为在西北干旱半干旱地区,农区自然条件直接决定了农业生产中的投入成本。调研分析表明在该地区,无论农技扩散环境水平高低,农区自然条件作用都十分显著。其中在农技扩散环境中等和较低水平区的显著性最强,在农技扩散环境高等水平区为显著性次强参数。可见在干旱半干旱地区,自然环境仍然是制约当地农业发展的一个重要因素,也是影响农户决策的一个关键参数。

(2) 国家扶持政策刺激着农户对节水灌溉技术的采用。政府的支持主要表现在政府定期或不定期的进行农业技术宣传、农业信息发布、技术培训、营造市场环境以及相关物资补助等方面。农技扩散环境高水平区由于自身经济基础相对雄厚,较容易得到政府关注,成为各类农业试点和示范基地,农业基础设

施投入较多,但是直接针对农户的物资补助相对较少,年均 234.5 元;而为了加快不发达地区经济发展速度,提高其农业技术,政府对农技扩散环境较低地区也有相当大的扶持力度,年均补助费用达到 593.9 元。对于西北干旱半干旱地区的农技扩散环境中等地区,国家扶持政策虽不是推动农技发展的主要因素,但也起到了重要的影响作用。

(3) 农户的农技水平是农户采用节水灌溉技术的前提和保障。在本文中,年均培训次数和对新技术接受程度都是反应农户的农技水平的参数,参加培训是提高农民农技水平最有效和快捷的方式,接受新技术是农技扩散的初步实现。在农技高等和中等水平区域,农户参加培训的次数均对农业节水在该区的扩散起到了积极的推动作用,在调查中得知这 2 个地区的农户年均参加培训次数大多保持在 4.3 次和 6.7 次,远高于农技较低水平区的 3.4 次;在农技较低水平区,农户对于新技术的接受程度相对要低,直接阻碍了节水灌溉技术在当地的推广,也制约了当地农业技术扩散环境的提高与发展。

(4) 其它因素。如农业劳动人口比重、耕地面积以及信息便捷度也对农技扩散环境各水平区农户的采用行为起到了一定的影响作用,但作用显著度相对较小。分析得知,在农技扩散环境高水平地区,劳动数量的减少促进了农户引进农业节水技术,农业生产方式逐渐由劳动密集型向技术密集型转变;在农技扩散环境中等水平地区,具备一定农技基础的农户在土地规模经营的过程中采纳新技术,集约化生产效果初见成效;在农技扩散环境低水平区,农户信息闭塞,思想保守仍然在很大程度上制约了当地的农技水平发展。

4 建议

(1) 加大对农业节水灌溉技术的支持力度。政府的支持对于促进农户参与农业节水具有极其重要的推动作用。当前,对于政府来说,首先要尽快完善有关促进农业节水发展的法律法规,为其发展创造宽松的环境;其次要在资金扶持、税收减免等方面给予支持。

(2) 强化农民教育与培训。农民整体素质偏低、技能缺乏、组织化程度不高是当前制约农技空间扩散的主要外部原因。今后应继续贯彻落实农村九年义务教育,提高农民的基本素质。其次要根据农民素质的层次性选择相应的推广方法,深入浅出地进行农业科技宣传,结合生产实际大力开展农民短期技术培训,培养农民对外界的新技术、新市场反应、判断、理解和正确决策的能力。

(下转第 236 页)

(上接第205页)

(3) 改善区域信息环境。应根据国家有关规定充分发挥广播、电视、报纸等传播媒介的重要作用。在条件成熟的地区要加强与经济中心城市、经济发达地区的信息联系,逐步将科研院所的信息化推向农村与农户的信息化,为普通农民提供决策服务。在农技扩散环境水平相对落后的区域,进一步增加信息服务内容,健全各种有线、无线电广播设施,帮助农户了解和掌握农业技术信息和操作方法,减少农户经营过程中的技术不确定性和主观风险,提高可持续农业技术的采用成功率。

[参 考 文 献]

- [1] 刘笑明,李同升. 农业技术创新扩散的国际经验及国内趋势[J]. 经济地理,2006,26(6):931-935.
- [2] Thunen J H Von. 孤立国同农业和国民经济的关系[M]. 吴衡康,译. 北京:商务印书馆,1997:113-118.
- [3] Hagestrand T. Innovation as a spatial process [M]. Chicago: University of Press, 1967:231-143.
- [4] Bernard Hategkimana and Michael Trant. Adoption, diffusion of new technology in agriculture: genetically modified corn and soybeans[J]. Canadian Journal of Agricultural Economics,2002,50:357-371.
- [5] 埃弗雷德·M. 罗杰斯. 创新的扩散[M]. 北京:中央编译出版社,2002:13-15.
- [6] 李同升,王武科. 农业技术水平的地区差异分析[J]. 农业现代化研究,2007,28(5):343-346.
- [7] 曾刚. 论技术扩散的影响因子[J]. 世界地理研究,2006,15(1):1-7.
- [8] 刘红梅,王克强. 影响中国农户采用节水灌溉技术行为的因素分析[J]. 中国农村经济,2008,12(4):44-54.
- [9] 方维慰,李同升. 农业技术空间扩散环境的分析与评价[J]. 科学进步与对策,2006(11):48-49.
- [10] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 高等教育出版社,2002:305-336.
- [11] 李小建. 经济地理学中的农户研究[J]. 人文地理,2005,20(3):1-5.
- [12] 阎文圣,肖焰恒. 中国农业技术应用的宏观取向与农户技术采用行为诱导[J]. 中国人口·资源与环境,2002,12(3):27-31.