

# 农户节水灌溉技术认知及其影响因素分析

黄玉祥<sup>1,2</sup>, 韩文霆<sup>2,3</sup>, 周龙<sup>1</sup>, 刘文帅<sup>1</sup>, 刘军弟<sup>4</sup>

(1. 西北农林科技大学机械与电子工程学院, 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学旱区农业节水研究院, 杨凌 712100; 3. 中国科学院水利部水土保持研究所, 杨凌 712100; 4. 西北农林科技大学经济与管理学院, 杨凌 712100)

**摘要:** 研究农户节水灌溉技术认知及其影响因素, 旨在为科学分析农户灌溉技术选择的行为和转变农户粗放型灌溉方式提供基础。以陕西省温室作物生产地区的 10 个县(区) 17 个乡镇的 296 份入户调查资料为样本, 采用结构方程模型研究农户对节水灌溉技术的认知及其影响因素。结果表明: 认知程度直接影响节水灌溉技术的扩散; 对节水灌溉技术的已有认知、对现有灌溉方法的满意度、政策补贴的方式和力度、灌水成本、受教育程度、是否为干部、技术培训经历和种植经验等因素均不同程度地影响农户对节水灌溉技术的认知水平; 促进农户对传统灌溉方式的理性认知、拓展农户对节水灌溉技术认知的广度和深度、加强政府的宏观调控与扶持力度、建立完善的节水农业技术推广体系, 有助于提升农户对节水灌溉技术的认知水平、规范农户灌溉行为选择, 提高农户采用节水灌溉技术的积极性。

**关键词:** 灌溉, 技术, 水资源, 农户, 认知, 影响因素, 结构方程

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.18.017

中图分类号: S275

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-18-0113-08

黄玉祥, 韩文霆, 周龙, 等. 农户节水灌溉技术认知及其影响因素分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(18): 113 - 120.  
Huang Yuxiang, Han Wenting, Zhou Long, et al. Farmer cognition on water-saving irrigation technology and its influencing factors analysis[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(18): 113 - 120. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

转变农户的粗放型灌溉方式, 实现农业用水的精细化管理, 是农业实现可持续发展的必然选择<sup>[1-5]</sup>。尽管节水灌溉技术 (water-saving irrigation, WSI) 在提高作物产量、改善产品品质、减少灌水量、防治病虫害发生等方面具有明显的优势<sup>[6]</sup>, 但目前, 以滴管、喷灌等为代表的 WSI 技术的应用范围仍然有限<sup>[7-8]</sup>。一方面, WSI 技术的扩散受到自然、社会、经济因素等的制约<sup>[9-15]</sup>; 另一方面, 与农户对 WSI 技术的认知程度密切相关。认知过程是 WSI 技术扩散过程中的基本环节<sup>[15]</sup>。由于缺乏对 WSI 技术的有效认知, 致使很多农户对采用 WSI 技术缺乏信心, 进而导致技术扩散失败。因此, 认知程度在

WSI 技术应用和推广的过程中扮演着重要的角色。

近年来, 中国政府开始逐步探索与实施灌溉补贴政策, 其目的是通过提供补贴的方式, 来激励和推动农户由粗放的灌溉模式向精准灌溉模式转变。政策要素的加入, 增加了农户灌溉行为选择的不确定性。灌溉补贴是否能够有效激励农户采用 WSI 技术, 在很大程度上取决于农户对 WSI 技术的认知程度。

现有研究侧重于分析影响农户采用 WSI 技术的因素<sup>[9-14]</sup>, 但系统分析农户对 WSI 技术的认知及其影响因素的研究较少。结构方程模型 (structural equation model, SEM) 是为难以直接观测的潜变量提供一个可以观测和处理, 并可避免的误差纳入模型之中的分析工具。为此, 本文以陕西省温室作物生产地区的 296 份入户调研资料为样本, 采用结构方程模型分析农户对节水灌溉技术的认知及其影响因素, 旨在为研究农户选用 WSI 技术的行为提供理论依据, 进而为 WSI 技术的有效应用和推广提供政策建议。与大田作物生产相比, 设施农业的种植户对节水灌溉技术的需求和理性支付能力远高于大田作物种植户。因而, 在节水灌溉技术示范与推广的初期, 以设施农业种植户为突破口具有可行性。为此, 本文以温室作物生产农户为例, 分析其对 WSI 技术的认知及其影响因素。

收稿日期: 2012-01-17 修订日期: 2012-07-20

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划“西北旱区农业高效用水信息化技术研究” (2011BAD29B08)、高等学校学科创新引智计划资助 (B12007)、中央高校基本科研业务费 (QN2009042) 和西北农林科技大学博士科研启动费

作者简介: 黄玉祥 (1980 - ), 男, 宁夏中宁人, 副教授, 博士, 主要从事农业系统工程理论与方法研究。杨凌 西北农林科技大学机械与电子工程学院, 712100。Email: lilikg2004@163.com

通信作者: 韩文霆 (1972 - ), 男, 内蒙古五原人, 副教授, 博士生导师, 主要从事节水灌溉技术与装备研究。杨凌 西北农林科技大学旱区农业节水研究院, 712100。Email: hanwt2000@126.com

## 1 研究区域与方法

### 1.1 研究区域

关中地区位于陕西省中部,以关中平原为主体,西窄东宽,面积约 3.4 万 km<sup>2</sup>,如图 1 所示。该地区属于暖温带大陆性气候,年均气温 11~13,地势平坦,土壤肥沃,非常利于农业生产,是陕西省自然条件最好的地区<sup>[16]</sup>。

关中地区是陕西省最大的设施蔬菜生产基地。该地区的设施农业主要以温室大棚蔬菜为主。超过 60% 是塑料薄膜棚,俗称“中棚”,其余的温室大棚由土墙围砌而成,采光面由塑料薄膜覆盖为日光温室。每个棚的种植面积从 0.067~0.201 hm<sup>2</sup> 不等,建造年限从 1 到 27 a 不等。种植的蔬菜主要有西红柿、辣椒、黄瓜、西瓜、豆角等。上述大棚主要分布在西安、咸阳、宝鸡等大、中城市的周围,供应反季节新鲜蔬菜。

关中地区水资源匮乏,人均占有水资源量是全国的 17%,陕西省的 30%。农田灌溉基本以大水漫

灌为主,用水效率不高。因此,在关中灌区推广应用 WSI 技术具有现实需要。另外,国家和陕西省已将关中灌区列为 WSI 技术的试点区域,并率先进行大棚蔬菜滴灌、微灌等技术的示范和推广。因此,选择该地区分析农户节水灌溉技术认知及其影响因素,具有代表性。

### 1.2 基于结构方程模型的 WSI 技术认知分析方法

农户对 WSI 技术的认知属于农户的主观认识,具有难以直接测量与难以避免主观测量误差的特征。本文选用 SEM 方法探析农户 WSI 技术认知与其影响因子之间的内在关系。与传统的多元统计方法相比,SEM 具有如下优点<sup>[17]</sup>:引入了潜变量,可以同时考虑及处理多个内生变量;在参数估计时允许存在测量误差;可以同时分析变量间的直接效应和间接效应。正是由于 SEM 具有很好的实证分析能力,且适用于潜变量分析,因此在心理学、行为科学和社会学等领域得到了广泛的应用<sup>[17-21]</sup>。

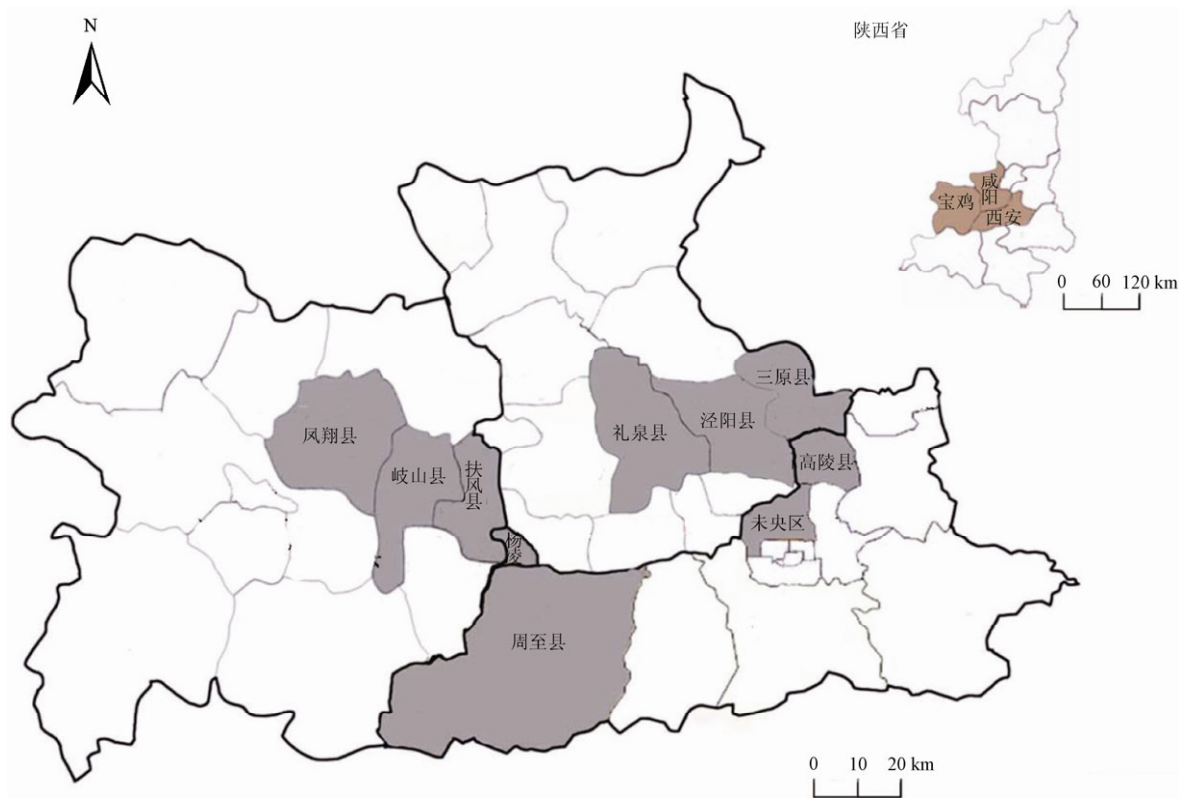


图 1 研究区域

Fig.1 Research region

SEM 方法包括结构方程和测量模型,一般由 3 个矩阵方程式所代表<sup>[18-21]</sup>

$$\eta = B\eta + \Gamma\zeta + \zeta \quad (1)$$

式(1)为结构方程,反映潜变量之间的结构关系。其中, $\eta$ 为内生潜变量, $\zeta$ 为外源潜变量, $B$ 为内生潜变量间的相关系数矩阵, $\Gamma$ 为外生潜变量对内生

潜变量的影响系数矩阵, $\zeta$ 是测量误差。

$$Y = \Lambda_y\eta + \varepsilon \quad (2)$$

$$X = \Lambda_x\zeta + \sigma \quad (3)$$

式(2)和(3)为测量变量模型,反映潜变量和可测变量间的关系。其中, $X$ 为外源潜变量的可测变量, $Y$ 为内生潜变量的可测变量, $\Lambda_x$ 为外源潜变量

与其可测变量的关联系数矩阵,  $A_y$  为内生潜变量与其可测变量的关联系数矩阵。通过测量模型, 潜变量可以由可测变量来反映。

通过求解式 (1)、(2)、(3), 可获得内生潜变量和外源潜变量, 以及各个潜变量与可测变量之间的关系。

本文的研究思路如下: 一、分析影响 WSI 技术认知的因素, 并提出相应的假设; 二、对调研指标(测量值)进行信度和效度检验, 剔除没有通过检验的因素; 三、通过因子分析和模型检验, 考察影响因素是否适合做因子分析; 四、通过建立 SEM 模型来考察农户 WSI 认知与其影响因素之间的关系; 五、提出提高农户认知程度的措施。研究流程如图 2 所示。

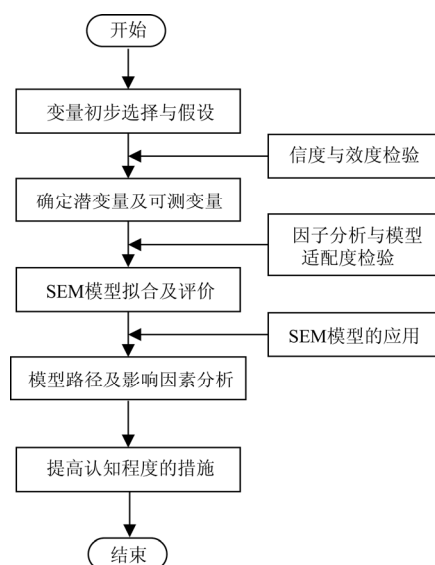


图 2 基于结构方程模型的节水灌溉技术认知因素分析流程

Fig.2 Factor analysis chart of water-saving irrigation cognitive technique based on structural equation model

### 1.3 影响因素分析及假设

节水灌溉技术是以资本、技术密集型和资源节约型为主要特征的现代农业生产要素。农户是否采用 WSI 技术很大程度上取决于农户对 WSI 技术的认知程度。首先, 农户是农业生产经营活动的主体, 农户是否具有现代农业生产的意识和生产方式是否符合现代农业生产的特征, 对 WSI 技术的认知有重要影响; 其次, 农户在信息不完备和不对称的情况下, 会因为对 WSI 技术缺乏了解而不能正确评估采用 WSI 技术的风险和预期效果; 第三, 在农户采用新技术的动力不足和存在很多限制因素的情况下, 政策与环境特征往往在促进农户对 WSI 技术的认知方面发挥重要的作用。在已有研究基础上<sup>[9-15]</sup>, 本文选择户主个人特征、农户生产特征、技术认知特征、政策与环境特征等 4 组变量作为影响农户 WSI 技术认知的待检验因素。

基于以上分析, 提出农户 WSI 技术认知及其影响因素的假说模型(如图 3 所示)。以农户对 WSI 技术的认知为内生潜变量, 以户主的自身特征、家庭生产特征、技术认知特征、政策与环境特征为外源潜变量。上述 4 个外生潜变量同时对农户 WSI 技术认知产生影响, 且四者之间是相互独立的。其中, 自身特征包括年龄、教育程度、是否为干部; 家庭生产特征包括温棚产权、温棚收入、种植规模、种植经验、是否为合作组织成员、技术培训经历、灌水成本; 技术认知特征包括对节水设备的熟悉程度、对现有灌溉方式的满意程度、技术预期(指在采用 WSI 技术之后, 农户对温室在产量、品质和生态等方面获得成果的判断)、技术壁垒(指应用节水灌溉技术的难易程度, 包括技术的复杂性、难度, 还包括技术故障的排除、维修等); 政策与环境特征包括对灌溉政策的了解程度、补贴力度(指农户期望的补贴资金占全部投资的比例)、补贴方式、产业预期(指农户对温室生产活动市场前景的预测)等。

基于已有理论和实证研究, 本文提出以下假设:

H1: 户主自身特征、家庭生产特征、技术认知特征、政策与环境特征等潜变量对农户 WSI 技术认知产生重要影响。

H2: 教育程度、是否为干部、温棚收入、种植规模、种植经验、是否为合作组织成员、技术培训经历、对节水设备的熟悉程度、灌水成本、技术预期、对灌溉政策的了解程度、补贴力度、补贴方式与农户对 WSI 技术的认知呈正相关关系。

H3: 年龄、温棚产权、农户对现有灌溉方式的满意程度、技术壁垒对农户 WSI 技术认知呈负相关关系。

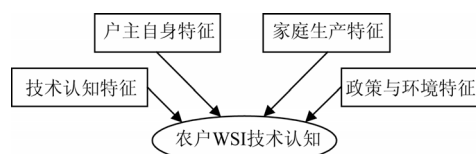


图 3 农户节水灌溉技术认知影响因素的假说模型

Fig.3 Hypothesis model of influencing factors for water-saving irrigation cognitive technique

### 1.4 数据来源与样本描述

#### 1.4.1 数据来源

笔者于 2011 年 8 - 9 月在关中地区进行农户实地调研。采取随机抽样的方式选择调研对象。调研对象为分布在西安市、咸阳市和宝鸡市的温室蔬菜生产农户。涉及的县(区)有高陵县、未央区、周至县、凤翔县、扶风县、岐山县、泾阳县、三原县、礼泉县和杨凌区等 10 个县(区), 包含 17 个乡镇、41 个村庄。其中, 西安 4 个乡镇, 咸阳 8 个乡镇, 宝鸡 5 个乡镇。采用问卷调查的形式, 调查的内容主要涉及户主

的基本特征、农户生产特征、技术认知特征、政策与环境特征等。累计调查了 386 个从事温室生产的农户，

剔除信息不全的问卷，得到有效问卷 296 份，有效问卷率为 76.7%。样本数据的统计学特征如表 1 所示。

表 1 样本数据及统计量  
Table 1 Basic statistic description of samples

变量	测量方法	均值	标准差	
农户个人特征	教育程度	小学及以下=1, 初中=2, 高中=3, 大专及以上=4	2.1450	1.2920
	是否为干部	是=1, 不是=0	0.0338	0.1810
农户生产特征	温棚收入	单位面积大棚净收入, 万元/hm <sup>2</sup>	13.65	10.7055
	种植规模	大棚种植实际面积, hm <sup>2</sup>	0.5767	1.5907
	种植经验	大棚种植的实际年限, a	5.5355	5.0835
	是否为合作组织成员	是为 1; 否为 0	0.6508	0.4775
	技术培训经历	有=1; 没有=0	0.4561	0.4989
农户技术认知特征	灌水成本	单位面积大棚灌溉支出, 元	47.7011	31.3556
	对节水灌溉技术的了解程度	很熟悉=3, 一般=2, 不熟悉=1	2.2838	0.7368
	对现有灌溉方法的满意度	满意=3, 一般=2, 不满意=1	1.9425	0.7088
	技术壁垒	容易掌握=5, 一般=4, 有点难=3, 难=2, 不清楚=1	2.7601	0.5141
政策与环境特征	技术预期	答对 3 个问题=5, 答对 2 个问题=4, 答对 1 个问题=3, 全部答错=2, 其他=1	2.0676	1.0995
	对节水灌溉政策的认知程度	答对 3 个问题=3, 答对 2 个问题=2, 答对 1 个问题=1, 全部答错=0	0.6453	0.7029
	补贴力度	(0~20%)=1, (20%~30%)=2, (30%~50%)=3, (50%~80%)=4, (80%~100%)=5	4.0507	1.2327
	补贴方式	资金=3, 设备=2, 技术=1	2.2109	0.7033
	产业预期	很好=3, 一般=2, 不好=1	1.9425	0.6162

注：表中所有的变量均通过信度和效度检验，没有通过的变量均已剔除（如年龄等）。

#### 1.4.2 样本信度、效度检验与因子分析

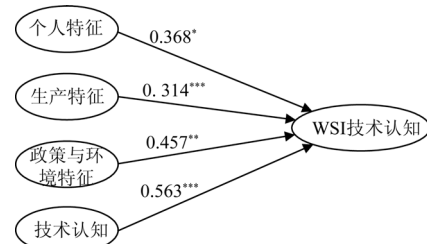
为了验证问卷的可靠性和有效性，采用克朗巴哈  $\alpha$  系数作为检验标准测量问卷的信度<sup>[19]</sup>。利用 SPSS16.0 软件对农户个人特征、生产特征、技术认知特征、政策与环境特征等 4 个潜变量的可观测变量进行信度分析。通过分析得到潜变量的  $\alpha$  值介于 0.787~0.935，问卷整体的  $\alpha$  值为 0.938。这表明，本研究所用的数据具有很好的内部一致性。一般认为克朗巴哈  $\alpha$  系数值达 0.6 以上即可接受，达 0.7~0.8 时表示量表具有相当的信度，达 0.8~0.9 时说明量表信度非常好<sup>[19]</sup>。另外，各个可观测变量的标准因子载荷系数都在 0.7 左右，说明各潜变量的结构效度良好，表明问卷测量变量的设计比较理想。

利用 SPSS16.0 软件对样本数据进行因子分析。通过对数据进行探索性因子分析发现大部分系数值大于 0.3，其检验值小于 0.05（SPSS16.0 软件直接输出运算结果）。其次，利用 Kaiser-Meyer-Olkin 样本测度和 Bartlett 球体检验来验证调查数据是否适合做因子分析。软件运行结果 KMO 的值为 0.962，Bartlett 球体检验 Approx. 卡方统计值为 1718，小于 0.001。两者说明数据具有很高的相关性，适宜做因子分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 结构方程模型拟合及其评价

应用 AMOS7.0 软件对构建的 SEM 方程进行分析<sup>[20]</sup>。其中，结构模型反映了潜变量间（外生潜变量和内生潜变量）的相互关系。由图 4 可知，个人特征、生产特征、技术认知特征、政策与环境特征对节水灌溉技术认知的路径系数值分别为 0.368、0.314、0.563 和 0.457，且都通过了显著性检验。这表明，户主个人特征、农户生产特征、技术认知特征、政策与环境特征对农户 WSI 技术认知均具有显著的影响，这与前文假设一致。同时，4 个潜变量对农户 WSI 技术认知的影响程度有差异。技术认知特征对农户 WSI 技术认知的影响最大，政策与环境特征次之，而户主的自身特征和家庭生产特征的影响则稍小。



注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示路径系数值在 10%、5%、1%的水平上显著。

图 4 结构方程模型路径图

Fig.4 Path diagram of SEM

表 2 给出了农户 WSI 技术认知影响因素分析模型的路径系数、标准误差、临界比率值及显著性<sup>[18-21]</sup>。由表 2 所示，各可观测变量的临界比值 (C.R 值) 都大于 2，且都在 1% 显著性水平上通过

检验，说明外源潜变量与可观测变量之间的载荷系数估计具有统计学意义，模型设定的可观测变量可以用于对潜变量的考察，且具有较高的会聚有效性。

表 2 结构方程模型变量回归结果  
Table 2 Results of variable regression of SEM

变量关系	未标准化路径/ 载荷系数	临界比值	标准化路径/载荷 系数	是否显著
教育程度←户主个人特征	1.000	-	0.662	显著
是否为干部←户主个人特征	1.690***	7.878	0.773	显著
温棚收入←农户生产特征	1.000	-	0.450	不显著
种植规模←农户生产特征	0.711***	5.609	0.296	不显著
种植经验←农户生产特征	1.313***	7.233	0.563	显著
是否加入合作组织←农户生产特征	0.250***	7.849	0.436	不显著
技术培训←农户生产特征	0.861***	9.219	0.579	显著
灌溉成本←农户生产特征	1.197***	23.130	0.899	显著
对 WSI 的熟悉程度←技术认知特征	1.000	-	0.857	显著
现有灌溉方法的满意度←技术认知特征	1.592***	7.732	0.729	显著
技术壁垒←技术认知特征	1.213***	10.726	0.713	显著
技术预期←技术认知特征	1.113***	12.423	0.870	显著
对节水灌溉政策的认知程度←政策与环境特征	1.000	-	0.689	显著
补贴标准←政策与环境特征	0.965***	16.509	0.732	显著
补贴形式←政策与环境特征	1.036***	20.139	0.830	显著
产业预期←政策与环境特征	0.957***	9.550	0.605	显著

注：测量模型反映外源潜变量（如户主自身特征）与各个可测变量（如教育程度）之间的关系；“\*\*\*”表示  $p < 0.001$  水平上显著。

另外，为了确定 SEM 模型是否适配于研究农户 WSI 技术认知，还需要对模型进行拟合评价。本研究选择绝对拟合指数、相对拟合指数进行模型适配度检验<sup>[19-20]</sup>，检验结果如表 3 所示。从模型拟合评价的结果看，各指数指标值都符合标准值的要求，说明测量模型的总体拟合情况较好。

表 3 SEM 整体适配度的评价及拟合结果

Table 3 Evaluation index system and fitting results of SEM model

统计检验量	实际拟合值	标准值	结果	
绝对拟合指数	$\chi^2/df$ RMSEA GFI	5.542 0.096 0.918	< 5 < 0.1 > 0.9	接近 理想 理想
相对拟合指数	NFI TLI CFI	0.933 0.951 0.958	> 0.9 > 0.9 > 0.9	理想 理想 理想

注： $\chi^2/df$ 代表模型卡方与自由度的比值；RMSEA 代表近似误差均方根；GFI 代表拟合优度指数；NFI 代表规范拟合指数；TLI 代表代表塔克-刘易斯指数；CFI 代表比较拟合指数。

## 2.2 模型结果与讨论

### 1) 户主个人特征对 WSI 技术认知的影响

由表 2 可知，是否为干部（标准化路径系数为 0.773）是农户自身特征潜变量中最显著的因素。与普通农户相比，村、镇干部对新事物比较敏感，视野相对开阔，且拥有较多的社会资源，对 WSI 技术的认知具有较强的主动性，通常是新事物的首先尝试者。教育程度对促进农户 WSI 技术认知产生重要

影响<sup>[22]</sup>。其表明受教育的年限越长，会增强农户对 WSI 技术的认知意愿，且认知程度可能会更加透彻。认知程度的深入能够显著增加农户获得、处理与应用 WSI 技术的能力。

### 2) 农户生产特征对 WSI 技术认知的影响

灌水成本是农户生产特征中最显著的可测变量。它表明，灌水成本的高低显著影响农户 WSI 技术认知。通常，传统灌溉方法（漫灌或沟灌）需要耗费大量的人力，这促使人们希望了解和采用 WSI 技术，以降低劳动强度。农户的种植经验和培训经历，对 WSI 技术的认知也有正向影响。通常，种植经验越丰富，采用新技术的可能性较大。为了更好的使用 WSI 技术，农户就会自发的产生动力去学习有关 WSI 技术的相关知识。另外，如果农户曾经有技术培训的经历，往往会激发农户了解 WSI 技术的欲望。

### 3) 技术认知特征对 WSI 技术认知的影响

由表 2 可知，技术认知特征对农户 WSI 技术认知的影响最显著，这表明农户对现有灌溉方法的满意度、对 WSI 技术已有的认知程度是影响农户 WSI 技术认知的重要因素。通常，对现有灌溉方法的满意度越低，则对新技术的好奇心越强，这增加了对 WSI 技术认知的可能性。技术预期的高低，直接体现了农户对 WSI 技术总体经济、生态等效益的判断，其对农户 WSI 技术认知具有重要影响。通常，技术预期

越高,农户会产生深入了解 WSI 技术的意愿,进而促进农户最终采用 WSI 技术。另外,WSI 技术应用的难度也会直接影响农户对 WSI 技术的认知程度。

#### 4) 政策与环境特征对 WSI 认知的影响

表 2 表明,政策与环境特征也是影响农户 WSI 技术认知的重要因素<sup>[13-14,23]</sup>。国家实施灌溉补贴的范围和补贴力度不断加大对增强农户了解、认知 WSI 技术具有显著地促进作用。这与实际情况相吻合。由于受成本、市场风险等诸多因素的影响,使得农户在面对 WSI 技术时往往处于两难的境地。良好的政策与环境氛围,有助于促进农户对 WSI 技术的认知。尤其在国家实施灌溉补贴,且补贴标准和方式满足农户预期的情况下,很多农户具有较强的采用 WSI 技术的愿望。因而,他们会主动了解、学习 WSI 技术有关的知识,提高农户对 WSI 技术认知的水平。

### 2.3 提高农户 WSI 技术认知程度的思考

#### 1) 促进农户对传统灌溉方式的理性认知

在调查中发现,有 18.9%的农户对传统灌溉方法(漫灌或沟灌)比较满意,30.31%的农户明确表示对漫灌或沟灌方法不满意,接近 50%的农户对传统灌溉方法和 WSI 技术没有表现出明显的偏好。从农户的视角看,传统灌溉方式具有操作方便、成本较低的特点,而且已经成为人们习惯的生产方式,因而部分农户愿意在较长时期内采用该种灌溉方式。再加上,部分农户长期以来缺乏节水意识<sup>[24-25]</sup>,致使相当数量的农户对传统灌溉方法的认可度较高。在这种情况下,需要深入分析农户的心理特点和对灌溉方式的需求,利用各种信息传播平台与扩散媒介,吸引农户积极主动地学习相关知识,帮助农户了解转变现有粗放型灌溉方式的必要性,提高农户对传统灌溉方式的理性认知,从而加快农户对节水灌溉技术的认知过程以利于理性选择。

#### 2) 拓展农户对 WSI 技术认知的广度和深度

在研究区域,喷灌、微灌和滴灌方式所占的比例分别为 0.68%、0.34%和 8.78%,另有 5.07%的农户采用滴灌和漫灌相结合的方式,而采用传统灌溉方法(漫灌或沟灌)的农户占 85.13%。总体看,节水灌溉技术的采用率比较低,这也造成了大部分农户对 WSI 技术缺乏深入地了解。已有研究表明,对 WSI 技术认知的缺失是造成 WSI 技术采用率低的重要因素。尽管大多数农户认为喷灌、微灌、滴灌等 WSI 技术的节水成效明显,但进一步调查发现,很多农户对 WSI 技术的认知仅仅停留在表面,对 WSI 技术的原理、适用性、维护的方便性、可靠性及应用注意事项等缺乏深入了解。再加上经济成本高等因素的影响,使得农户对认知、采用 WSI 技术缺乏足够的动力。从技术推广的角度看,要让农户

充分认识到 WSI 技术的比较优势,拓宽农户对 WSI 技术认知的深度和广度,是最终促使农户采用 WSI 技术的基础和保障。

#### 3) 加强政府的宏观调控与扶持力度,促使更多的农户关注节水灌溉技术

现阶段农业生产水平较低,部分农民发展现代节水农业的意识比较薄弱,单纯依靠农民的现有力量发展节水农业会受到诸多的限制。客观上需要政府加强对节水农业发展的宏观调控,当好现代节水农业发展的引导者、规划者和组织者,为 WSI 技术应用与推广营造良好的外部环境<sup>[4,26]</sup>。现阶段,由农户完全承担技术改造成本会制约农户采用 WSI 技术的积极性。因此,政府需要采取多种激励方式,推动农户转变观念,提高农户对 WSI 技术的关注程度,增强农户应用 WSI 技术的信心和收益,是提高农户 WSI 技术认知程度的有效途径。

#### 4) 建立完善的节水农业技术推广体系

提高农户对 WSI 技术的认知是一个复杂的系统工程,需要从政府和技术推广部门、企业、农户等多层面入手<sup>[15]</sup>。一、从政府层面看,需要考虑农民对技术风险、资金承受能力,对 WSI 技术的掌握能力,通过加大 WSI 技术培训力度等方式,帮助农民客观认知 WSI 技术的相关信息;组建专业维修机构(农技推广站等),免费(或减免相关费用)为农民排除故障、维修设备等,从而真正为农户采用 WSI 技术解除后顾之忧;二、从节水灌溉企业层面看,需要承担推广、宣传 WSI 技术的责任和义务,注意发挥典型农户(或农业合作组织等)的示范、带动作用;从农户层面看,需要增强节水意识和应用 WSI 技术的信心<sup>[24]</sup>。总之,农民是节水农业发展的主体,现阶段建立多渠道、多层次、多形式地推广体系是提高农户 WSI 技术认知的重要保证。

## 3 结 论

农户是节水灌溉技术的最终接受者和采用者,其对节水灌溉技术的认知程度直接影响节水灌溉技术扩散的速度和效率。以陕西省温室作物生产地区的 296 份入户调查资料为样本,探讨农户对节水灌溉技术的认知行为及其影响因素。

1) 农户灌溉技术的选择受到多种因素的影响,研究农户节水灌溉技术认知及其影响因素,可以发现农户灌溉方式选择的驱动机制,为转变农户灌溉行为方式提供依据。

2) 农户对节水灌溉技术的认知程度有较大差异,不同的认知结果对节水灌溉技术的扩散会产生不同的影响。对节水灌溉技术的已有认知、对现有灌溉方法的满意度、政策补贴的方式和力度、灌水



成本、受教育程度、是否为干部、技术培训经历和种植经验等因素均不同程度地影响农户对节水灌溉技术的认知广度和深度。现阶段，在农户采用节水灌溉技术缺乏动力的情况下，政府扶持对促进农户对节水灌溉技术的认知具有重要影响。

3) 政府需要利用各种信息传播与扩散媒介，拓展农户对节水灌溉技术的认知广度和深度，并通过加强宏观调控与加大扶持力度、建立完善的节水灌溉技术推广体系等方式，有助于提升农户对节水灌溉技术的认知水平、规范农户灌溉行为选择，进而促进节水灌溉技术的推广和应用。

致谢：在 2011 年 8、9 月的问卷调查过程中，得到了西安、咸阳、宝鸡市近 400 名农户的大力支持，对他们接受课题组的调研表示衷心的感谢！

#### [参 考 文 献]

- [1] 康绍忠, 蔡焕杰, 冯绍元. 现代农业与生态节水的技术创新与未来研究重点[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 1 - 6.  
Kang Shaozhong, Cai Huanjie, Feng Shaoyuan. Technique innovation and research fields of modern agricultural and ecological water-saving in the future[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2004, 20(1): 1 - 6. (in Chinese with English abstract)
- [2] 倪文进. 中国农村水利发展状况与科技需求[J]. 农业工程学报, 2010, 26(3): 1 - 8.  
Ni Wenjin. Development and technology requirement of China rural water conservancy[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2010, 26(3): 1 - 8. (in Chinese with English abstract)
- [3] 黄修桥, 李英能, 顾宇平, 等. 节水灌溉技术体系与发展对策的研究[J]. 农业工程学报, 1999, 15(1): 118 - 123.  
Huang Xiuqiao, Li Yingneng, Gu Yuping, et al. Study on technical system and development measures of Water-Saving irrigation[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 1999, 15(1): 118 - 123. (in Chinese with English abstract)
- [4] 许迪, 龚时宏, 李益农, 等. 农业水管理面临的问题及发展策略[J]. 农业工程学报, 2010, 26(11): 1 - 7.  
Xu Di, Gong Shihong, Li Yinong, et al. Problems and strategies on development of agricultural water management[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2010, 26(11): 1 - 7. (in Chinese with English abstract)
- [5] Zhao Changxing, Shan Lun, Deng Xiping. Current situation and counter-measures of the development of dryland farming in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2004, 20(4): 280 - 285.
- [6] Jens Erik Qrum, Mads Vejlbj Boesen, Zorica Jovanovic et al. Farmers' incentives to save water with new irrigation systems and water taxation—A case study of Serbian potato production[J]. Agricultural Water Management, 2010, 98(3): 465 - 471.
- [7] China Securities Journal (CSJ). Available at: <http://news.irrigation.com.cn/news/gnzx/2011-08-09/1108091505535691.html> (accessed on 28.08.11).
- [8] Jacob W. Kijne. Teaching irrigation science and water management: accepting professional diversity[J]. Irrigation Science, 2011, 29(1): 1 - 10.
- [9] Shahbaz Mushtaq, David Dawe, Hong Lin, et al. An assessment of the role of ponds in the adoption of water-saving irrigation practices in the Zhanghe Irrigation System, China[J]. Agricultural Water Management, 2006, 83(1/2): 100 - 110.
- [10] Ezatollah Karami. Appropriateness of farmers' adoption of irrigation methods: The application of the AHP model[J]. Agricultural Systems, 2006, 87(1): 101 - 119.
- [11] Romy Greiner, Daniel Gregg. Farmers' intrinsic motivations, barriers to the adoption of conservation practices and effectiveness of policy instruments: Empirical evidence from northern Australia. Land Use Policy, 2011, 28(1), 257 - 265.
- [12] Brodt S, Klonsky K, Tourte L. Farmer goals and management styles: implications for advancing biologically based agriculture[J]. Agricultural Systems, 2006, 89(1): 90 - 105.
- [13] 刘红梅, 王克强, 黄智俊. 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(4): 44 - 54.
- [14] 韩青, 谭向勇. 农户灌溉技术选择的影响因素分析[J]. 中国农村经济, 2004(1): 63 - 69.
- [15] 国亮, 侯军歧. 农业节水灌溉技术扩散过程中的影响因素分析[J]. 西安电子科技大学学报: 社会科学版, 2011, 21(1): 50 - 55.  
Guo Liang, Hou Junqi. Influential factors diffusion progress about agriculture water-saving irrigation technology[J]. Journal of Xidian University: Social Science Edition, 2011, 21(1): 50 - 55. (in Chinese with English abstract)
- [16] 王海龙, 王会肖. 渭河流域关中地区农业节水潜力研究[J]. 南水北调与水利科技, 2010, 8(4): 126 - 131.  
Wang Hailong, Wang Huixiao. Study on agricultural water-saving potential in Guanzhong district[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science and Technology, 2010, 8(4), 126 - 131. (in Chinese with English abstract)
- [17] 宋永涛, 苏秦. 基于贝叶斯网络的质量管理实践对绩效的影响评价[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(8): 1440 - 1445.  
Song Yongtao, Su Qin. Using Bayesian network to evaluate the effect of quality management practices on performance[J]. Systems Engineering-Theory and Practice, 2011, 31(8): 1440 - 1445. (in Chinese with English abstract)

- [18] Song X Y, Lee S Y. Bayesian analysis of structural equation models with nonlinear covariates and latent variables[J]. *Multivariate Behavioral Research*, 2006, 41(3): 337 - 365.
- [19] 吴林海, 侯博, 高申荣. 基于结构方程模型的分散农户农药残留认知与主要影响因素分析[J]. *中国农村经济*, 2011(3): 35 - 46.
- [20] 吴明隆. 结构方程模型—AMOS 的操作与应用[M]. 重庆大学出版社, 2009.
- [21] Vere D T, Griffith G R. Structural econometric modeling in Australia's livestock production and marketing systems: the potential benefits of model integration for industry analysis[J]. *Agricultural Systems*, 2004, 81(2): 115 - 131.
- [22] Rangalal Mohapatra. Farmers's education and profit efficiency in sugarcane production: A stochastic frontier profit function approach[J]. *The IUP Journal of Agricultural Economics*, 2011, 8(2): 18 - 31.
- [23] 肖幼. 农业节水激励机制及其措施[J]. *中国水利*, 2005(13): 113 - 115.  
Xiao You. Stimulation system for agricultural water saving and measures[J]. *China Water Resources*, 2005(13): 113 - 115. (in Chinese with English abstract)
- [24] 王婧, 逢焕成, 任天志 等. 基层农民节水意识与节水技术采用取向探讨[J]. *节水灌溉*, 2008(7): 33 - 36.  
Wang Jin, Pang Huancheng, Ren Tianzhi, et al. Study on water-saving consciousness and technology selection of grassroots farmers[J]. *Water Saving Irrigation*, 2008(7): 33 - 36. (in Chinese with English abstract)
- [25] 朱丽娟, 向会娟. 粮食主产区农户节水灌溉采用意愿分析[J]. *中国农业资源与区划*, 2011, 32(6): 17 - 21.  
Zhu Lijuan, Xiang Huijuan. Study on the desire of farmers to adopt the irrigation technology in the main grain production area[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2011, 32(6): 17 - 21. (in Chinese with English abstract)
- [26] 成诚, 王金霞. 灌溉管理改革的进展、特征及决定因素: 黄河流域灌区的实证研究[J]. *自然资源学报*, 2010, 25(7): 1079 - 1086.  
Cheng Cheng, Wang Jinxia. Progress, characteristics and determinants of irrigation management reform: empirical research in the irrigation district of the yellow river basin[J]. *Journal of Natural Resources*, 2010, 25(7): 1079 - 1086. (in Chinese with English abstract)

## Farmer cognition on water-saving irrigation technology and its influencing factors analysis

Huang Yuxiang<sup>1,2</sup>, Han Wenting<sup>2,3</sup>, Zhou Long<sup>1</sup>, Liu Wenshuai<sup>1</sup>, Liu Jundi<sup>4</sup>

(1. College of Mechanical and Electronic Engineering, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100 China; 2. Institute of Water Saving Agriculture in Area Regions of China, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100, China; 3. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100 China; 4. College of Economics and Management, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100, China)

**Abstract:** To analysis the driving forces of WSI technological choice and changing farmers' traditional irrigation methods, farmer cognition on water-saving irrigation (WSI) technology and their influencing factors were investigated. 296 households in 17 towns and 10 counties (districts) in Shaanxi province regarding greenhouse crop production were surveyed, and the farmer cognition and its influencing factors based on Structural Equation Modeling (SEM) were analyzed. The results indicated that the level of farmer cognition influenced the application and promotion of WSI technology directly. The effects of familiarity towards WSI equipment, the degree of satisfaction with existing irrigation methods, government subsidies, irrigation cost, education level, farmer's age, technical training experience and planting experience on farmer cognition on WSI technology. Thus, it can be used to prompt farmer cognition level on WSI, and regulate farmer irrigation behavior, promote adoption ratio of WSI technology, by improving farmers' rational cognition on traditional irrigation methods, expanding farmers' depth and the breadth towards WSI technology, enhancing government's macroeconomics regulation, control and supporting strength, establishing a consummate WSI technology extension system.

**Key words:** irrigation, technology, water resources, farmers, perception, influencing factor, structural equation model