

农民低碳农业胜任素质及其影响因素分析

徐婵娟, 陈儒, 邓悦, 姜志德*

(西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 运用胜任素质的冰山模型和洋葱模型, 从层次结构和横向结构两个维度出发, 基于内层、中层、外层三个层次和低碳农业知识、意识、态度与行为四个要素构建了农民低碳农业胜任素质评价指标体系。基于陕西泾阳275份农户调研数据, 运用因子分析模型和最优尺度回归模型对农民低碳农业胜任素质及其影响因素进行实证分析, 结果表明: 农民低碳农业胜任素质整体偏低且个体差异明显, 农民低碳农业胜任素质水平由高到低依次为低碳农业的意识、态度、行为和知识, 呈现出由内向外扩展的空间结构。对素质较低者而言, 低碳农业意识和态度对其胜任素质影响显著且具有较高的的重要性; 对素质较高者来说, 低碳农业知识对其胜任素质影响显著且具有较高的的重要性; 两类农民素质外显至低碳农业生产行为的程度都较浅。

关键词: 农民; 低碳; 胜任素质; 评价; 影响因素

中图分类号: F426.72

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2018)03-0038-08

Evaluation of farmers' low-carbon agriculture competency and its influencing factors

XU Chanjuan, CHEN Ru, DENG Yue, JIANG Zhide*

(School of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

Abstract: The index system of farmer's competency has been constructed by using the iceberg model and onion model, from two dimensions of transverse and longitudinal structure, based on three levels of inner, middle and outer layer and four factors of knowledge, awareness, attitude and behavior of low carbon agriculture. Then this paper evaluates and analyzes the influence factors and farmer's low carbon agriculture competency model by using the method of factor analysis model and optimal scaling regression model based on the survey data of 275 farmers in Jingyang, Shaanxi province. The results show that the overall low-carbon agriculture competence of farmers is low and is significantly different among individuals. The level of competency elements in sequence from high to low is: low-carbon agriculture awareness, low-carbon agriculture attitude, low-carbon agriculture behavior and low-carbon agriculture knowledge, which presents the spatial structure tendency from inside to outside. For farmers with low competency, the low-carbon agriculture awareness and low-carbon agriculture attitude have significant influence, while for farmers with high competency, low-carbon agricultural knowledge has significant impact on their competence. However, both types of farmers have low degree in low-carbon agricultural production.

Keywords: farmers; low-carbon; competency; evaluation; influence factors

一、问题的提出

在现代机械农业和化学农业的发展模式下, 农业已成为温室气体排放的第二大重要来源^[1]。据IPCC评估结果显示, 全球13.5%的碳排放源于农业生产活动^[2], 中国这一比例更高达17%^[3]。农民作

为农业生产活动的主体, 其知识文化水平、环境保护意识等对农业生产行为和资源利用情况均会产生影响, 进而影响农业碳排放^[4]。

学者大多从农民对低碳农业的认知^[5-7]、对低碳农业或低碳技术的态度^[8-9]以及对低碳农业生产的意识和意愿^[10-12]等方面研究其低碳生产行为。也有部分学者探讨了农民个体素质对低碳生产行为的影响。侯博等^[13]依据计划行为理论对农民低碳生产行为进行研究, 结果表明农户对低碳农业内涵的了解、对低碳农业的认识等影响其低碳农业生产意愿

收稿日期: 2018-05-16

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71573212)

作者简介: 徐婵娟(1993—), 女, 贵州遵义人, 硕士研究生, 主要研究方向为生态农业、低碳经济。*为通信作者。

和行为；田云等^[14]基于湖北农民的化肥施用和农药使用行为研究得出，户主对低碳农业认知方面的素质显著正向影响其低碳生产行为。虽然少数学者探究了农民素质对其低碳生产行为的影响，但研究大多基于农民某一或某几个方面的素质，具有片面性。而胜任素质涵盖了能够可靠测量的特质、动机、自我概念、社会角色、态度、价值观、知识、技能等多重个体特征^[15-16]，借助胜任素质模型可以将农民的低碳知识、意识、态度和行为等纳入到同一理论框架中进行评价分析。鉴此，本研究拟基于胜任素质理论构建农民低碳农业胜任素质评价指标体系，根据陕西泾阳县的农户调研数据，采用因子分析法对农民低碳农业胜任素质和各构成要素水平进行客观评价，并运用最优尺度回归分析法探究不同类型农民低碳农业胜任素质的影响因素。

二、理论基础与模型构建

1. 理论分析与指标选取

1973 年率先提出“胜任素质”这一概念的美国心理学家麦克兰里认为：个人的行为表现不仅取决于个体拥有的知识和技能，而且会受到深藏在大脑中的人格特质、动机和价值观的影响^[15]。其后，Spenser 于 1993 年首次将胜任素质完整定义为：和参照效标有因果关系的个体深层次特征，其中可参照的效标是指依据测评对象的内容和测评目的而形成的测评标准体系；具体深层次特征是指动机、特征、自我概念、态度、价值观、知识、技能、认知方式和行为模式等^[16]。在此基础上形成了著名的胜任素质冰山模型和洋葱模型。胜任素质冰山模型将胜任素质构成要素概括为表露在水平面上的知识、技能和潜藏在水下的社会角色、自我形象、物质、动机等，后者是胜任素质的核心，可以据之预测个人长期行为和表现^[16]。胜任素质洋葱模型将胜任素质由内而外概括为层层包裹的空间结构，内层包括个人动机、特质，中间层为个性、态度、价值观、自我形象、社会角色，外层由知识和技能构成。内层作为胜任素质的核心对其起主导作用，但难以评价和习得，外层则是胜任素质的外在表现，易于观察和培训^[17]。显然，冰山模型和洋葱模型可适用于农民的低碳生产行为与其低碳农业胜任素质的内在机理分析。农民低碳农业胜任素质的结构可以

形象地表述为一个半浸没在水中的圆锥体（图 1）。农民低碳农业胜任素质的横向结构为：低碳农业行为在圆锥体的最外层，是农民采取低碳生产活动的最终体现；低碳农业知识处于圆锥体的中间层，是低碳农业行为决策的基础；低碳农业意识和态度处于圆锥体的最内层，是农民低碳素质的核心驱动力，可以预测农民的长期低碳素质和表现。四个潜变量之间存在外显和内隐的空间结构，驱动和被驱动的动力结构关系。农民低碳素质的层次结构为：低碳农业知识可分为浅层低碳农业知识和深层低碳农业知识，低碳农业意识可分为浅层低碳农业意识和深层低碳农业意识。浅层低碳农业知识具有较低深度和较高广度等特征，易于观察和识别。深层低碳农业知识具有较高深度和较低广度等特征，主要是对于低碳农业相关内涵和作用的了解程度。浅层低碳农业意识即对环境变化和污染等的敏感程度以及对显性的、外在的、短期的、私人的环境状况的感知。深层低碳农业意识即对环境价值和自身责任的认可和承担以及对隐性的、内在的、长期的公共的环境状况的感知。农民低碳农业态度和低碳农业行为建立在现有低碳技术和农民可能采用的低碳技术基础之上，并无优劣和深浅之分。综上，将农民低碳农业胜任素质定义为驱动农民产生低碳行为的低碳知识、低碳技能、低碳意识、低碳态度和低碳动机，是生态素质和环境意识的结合。

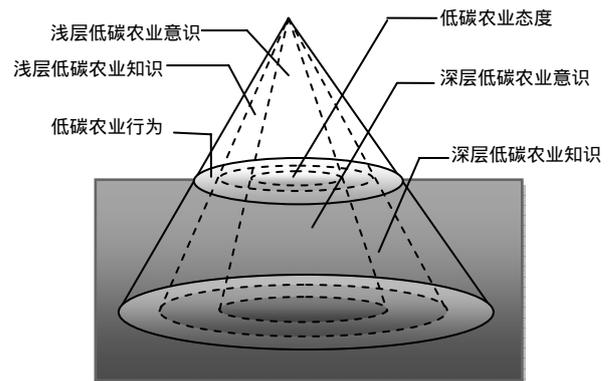


图 1 农民低碳农业胜任素质模型

据此，农民低碳农业胜任素质评价体系可划分为三个维度四大构成要素，即外层、中层、内层的低碳农业行为、低碳农业知识、低碳农业意识和低碳农业态度。低碳农业行为是农民有计划的低碳生产活动、低碳要素投入和低碳技术采用，是低碳知识、意识和态度的外在表现；低碳农业知识即对低

碳农业相关概念、内涵的认知；低碳农业意识是农民在环境、生态等认知基础上对环境价值、自身低碳责任以及环境敏感程度的反映；低碳农业态度是农民采取低碳农业技术、低碳农业生产模式等的倾向。根据以上结构分析和概念界定，本研究借鉴已

有关于低碳农业知识、意识、态度、行为等的研究成果，并结合霍生平^[18]、张董敏等^[19]对两型农业中农民生态素质的评价指标体系，筛选出具有代表性的28个评价指标，如表1所示。

表1 农民低碳农业胜任素质评价指标体系

一级指标	二级指标	二级指标观测变量	
		项目	变量定义
低碳农业知识	浅层知识	秸秆能否焚烧(X_1)	1=能烧；2=不能烧
		是否阅读说明书并按量施药(X_2)	1=否；2=是
		是否听过温室气体或温室效应(X_3)	1=否；2=是
		是否听过低碳农业或碳排放(X_4)	1=否；2=是
	深层知识	是否了解温室气体作用与内涵(X_5)	1=不了解；2=略了解；3=了解
		是否了解低碳农业作用与内涵(X_6)	1=不了解；2=略了解；3=了解
低碳农业意识	浅层意识	近几年自然灾害情况是否有变化(X_7)	1=没有；2=有
		近年来环境是否有变化(X_8)	1=否；2=是
	深层意识	农业种养与气候灾害是否有关系(X_9)	1=没有；2=可能有；3=有
		国家进行环境治理和保护是否有意义(X_{10})	1=没有；2=可能有；3=有
		是否愿意听从政府进行低碳农业生产(X_{11})	1=不愿意；2=愿意
		气候灾害与环境污染是否有关系(X_{12})	1=没有；2=有
低碳农业态度	—	农业投入化肥农药是否会污染环境(X_{13})	1=不会；2=会
		是否有必要采用测土配方施肥技术(X_{14})	1=否；2=是
		是否有必要采用生物防控或物理防控(X_{15})	1=否；2=是
		是否有必要采用免耕或秸秆还田(X_{16})	1=否；2=是
		是否有必要采用节水灌溉技术(X_{17})	1=否；2=是
		是否有必要采用沼气技术(X_{18})	1=否；2=是
低碳农业行为	—	是否有必要采用清洁能源(X_{19})	1=否；2=是
		是否采用测土配方技术(X_{20})	1=否；2=是
		是否采用病虫害生物防控技术(X_{21})	1=否；2=是
		是否采用病虫害物理防控技术(X_{22})	1=否；2=是
		是否采用秸秆还田技术(X_{23})	1=否；2=是
		是否采用免耕技术(X_{24})	1=否；2=是
		是否采用节水灌溉技术(X_{25})	1=否；2=是
		是否采用沼气技术(X_{26})	1=否；2=是
		是否采用清洁能源技术(X_{27})	1=否；2=是
		是否采用水肥一体化(X_{28})	1=否；2=是

2. 模型构建

本研究选取28个观测变量，力求精准评价农民低碳农业胜任素质，但过多解释变量会增加模型拟合难度和分析问题的复杂性，因此本研究拟采用探索性因子分析浓缩观测变量个数，为模型拟合做准备。因子分析是处理多变量数据的一种统计分析方法，基本思想是将具有错综复杂关系的变量综合为数量较少的几个因子，以再现原始变量与因子之间的相互关系，用最简洁、最基本的概念揭示出事物之间最本质的联系，力求以最少的信息丢失处理众多的原始变量^[11]。其核心是通过变量相关系数矩阵内部结构的研究把变量分组，使得一组内的变量相关性较高，但不同组的变量相关性较低；每组变量代表一个基本结构，这个基本结构代表公共因

子。其表达式为：

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + \varepsilon_i \quad (1)$$

式中， X_i 为 p 各可观测变量； F_1, F_2, \dots, F_m ($m < p$)为公共因子； $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}$ 为因子载荷； ε_i 为 X_i 的特殊因子。上式可用矩阵表达为： $X=AF+\varepsilon$ ，其中， A 为因子载荷矩阵， F 是 p 个观测指标的公共因子。将各公共因子方差贡献率占累积方差贡献率的比率作为权重，便可计算出综合因子得分，据此对农民低碳农业胜任素质及各构成要素水平进行评价。

最优尺度回归分析主要是采用一定非线性变换对原始分类变量进行转换，然后反复迭代直到找出一个最优回归方程式，因而在处理分类变量时有着独特的优越性。其允许解释变量和被解释变量为

各种类型的变量,包括连续变量。与 Logistic 和 Probit 等回归相比,最优尺度回归分析不仅可以描述解释变量对被解释变量的影响程度,也可根据重要性指标描述解释变量对被解释变量的重要性水平^[20]。本研究以农民低碳农业胜任素质得分作为被解释变量,以降维后各可观测变量为解释变量,分析各指标对低碳农业胜任素质的影响程度和重要性水平。回归分析模型如下:

$$Y=f(X)+\mu \quad (2)$$

式中, Y 为低碳农业胜任素质得分的被解释变量; X 为反映农民低碳知识、意识、态度、行为的可观测解释变量; μ 为随机干扰项。

三、数据来源与样本特征

1. 数据来源

本研究所用数据来源于课题组 2017 年 3—4 月对陕西省泾阳县的实地调查。陕西省是第一批低碳试点省,泾阳县位于陕西省中部,设施农业较为发达,该区农户采纳的低碳技术较为丰富,包括秸秆还田技术、免耕技术、沼气技术、节水灌溉技术、测土配方施肥技术等,对该区农民的调查具有一定的典型性和代表性。调研农户中的受访对象为从事农业生产的主要决策者,调查问卷包括了个人特征、家庭特征、种植业和畜牧业投入产出情况,农民的低碳农业知识、低碳农业意识、低碳农业态度、低碳农业行为等。累计发放 370 份问卷,其中有效问卷 350 份,有效率为 94.59%,从中筛选出符合本研究要求的问卷 275 份。

2. 样本特征

受访对象中男性占 62.91%,比例较大;整体年龄偏大,30 岁以下占 0.36%,年龄大多集中于 50 岁以上;受教育程度主要分布于初中至高中这一阶段,占 72.00%,呈两头低中间高的态势,即大多数农民接受过基础及以上教育,表明该区农民具有进一步获取低碳农业专业知识的较好基础。

对低碳农业胜任素质评价指标体系的部分观测指标进行描述性统计,结果显示:大多数农民对低碳农业的内涵并不了解,82.18%的农民甚至连低碳农业一词都不曾听过,表明农民的低碳农业知识水平偏低;对环境变化的敏感程度较低,认为当前环境状况有变化的农民仅占 9.08%,表明农民的低

碳农业意识不足;对沼气技术的采纳态度较为消极,半数以上农民认为没有必要采用沼气技术,表明农民的低碳农业态度不够积极;将测土配方施肥技术、节水灌溉技术运用于农业生产活动的农民较少,采用沼气技术的农民仅占 12.36%,在与农民深度交流后发现调研区农户大多未养殖牲畜,缺少沼气池发酵所需原料,农民认为沼气技术在该区并不适用且后续的管理、维护较难。鉴于以上分析,本研究初步判断农民整体低碳农业胜任素质偏低。

四、农民低碳农业胜任素质评价

1. 农民低碳胜任素质综合评价

采用 KMO 和 Bartlett 球形检验判断数据是否可使用因子分析,运用 SPSS20.0 对观测指标进行因子分析,结果显示 KMO 值为 0.64(大于 0.5),Bartlett 球形检验统计量为 1 603.25,显著性水平远小于 1%,说明数据有公共因子存在,较适合做因子分析。但特征值大于 1 的观测变量累积方差贡献率仅为 61.58%,故采取逐步剔除部分观测变量来增加模型的拟合优度,在删除变量 $X_1, X_2, X_7, X_9, X_{13}, X_{14}, X_{21}, X_{22}, X_{28}$ 之后, KMO 值提高到 0.67, Bartlett 球形检验统计量为 945.49,显著性水平远小于 1%,此时模型达到最优,结果如表 2 所示。因子分析中通常取 m 个公共因子使得累积贡献率达到 85% 以上为宜,据此提取 9 个公共因子,累积方差贡献率达 86.93%。

表 2 因子分析解释的总方差

公共因子	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
F_1	3.973	20.911	20.911
F_2	2.586	13.610	34.521
F_3	2.153	11.332	45.853
F_4	1.856	9.768	55.621
F_5	1.412	7.432	63.053
F_6	1.293	6.805	69.858
F_7	1.211	6.374	76.232
F_8	1.029	5.415	81.647
F_9	1.003	5.279	86.926

通过计算得出公共因子综合得分,其均值为 0、极小值为 -0.96、极大值为 1.11、极差为 2.07、标准差为 0.36,表明农民整体的低碳农业胜任素质离散程度较高、异质性较强。用综合因子得分来评价农民低碳农业胜任素质,并将其与研究区域农民平均

低碳胜任素质水平相比,以此作为划分农民类型的标准,等于或低于均值为类型一素质较低者,高于均值为类型二素质较高者。在275个调研对象中,类型一有143人(占样本量的52.00%)类型二有132人(占样本量的48.00%),表明只有小半数的农民基本符合低碳农业胜任素质的标准,在浅层和深层、短期和长期、显在和潜在等各方面较能胜任低碳农业的发展要求。这一研究结果与上述通过描述性统计初步判断相符,即农民整体低碳农业胜任素质偏低,有待进一步提高。

2. 各构成要素素质水平评价

为找到农民低碳农业胜任素质的“短板”,本研究在评价农民整体低碳农业胜任素质的基础上,进一步对其各构成要素加以评价。同样,利用因子分析分别对农民低碳农业知识、低碳农业意识、低碳农业态度、低碳农业行为四个构成要素加以评价。首先对各自因子分析的合适性进行考察,如表3所示,KMO值都大于0.5,显著性水平小于或等于1%,表明较适合做因子分析,具体综合因子得分分布情况如表4所示。

表3 各构成要素的KMO值和Bartlett检验

	KMO	Sig.
农民低碳知识	0.657	0
农民低碳意识	0.626	0.001
农民低碳态度	0.682	0
农民低碳行为	0.523	0

表4 各构成要素的综合因子得分分布情况

指标	农民低碳知识	农民低碳意识	农民低碳态度	农民低碳行为
大于零人数	72.000 0	151.000 0	121.000 0	113.000 0
小于零人数	203.000 0	124.000 0	154.000 0	162.000 0
极大值	2.555 3	1.070 8	0.708 8	1.278 6
极小值	-0.447 0	-2.005 9	-1.413 5	-0.9915
极差	3.002 3	3.076 7	2.122 2	2.270 1
标准差	0.793 9	0.506 2	0.459 5	0.457 6

在低碳农业知识的因子分析中,提取出两个公共因子,累积方差贡献率为85.82%。综合因子得分大于零的农民为72人,仅占样本量的26.18%;小于或等于零的农民为203人,占样本量的73.82%。这说明农民低碳农业知识水平低下且严重拉低了农民低碳农业胜任素质,属于农民低碳农业胜任素质的短板。农民低碳农业知识水平的极差和标准差

表明:农民个体之间在低碳农业知识水平上存在较大差异,虽然该区大多数农民接受过基础及以上教育,但较高的教育素质并没有为农民进一步获取低碳专业知识做铺垫,这可能间接表明该区关于低碳农业知识的宣传和培训力度不够。

在低碳农业意识的因子分析中,提取出三个公共因子,累积方差贡献率为85.74%。综合因子得分大于零的人数为151人,占总数的54.91%,说明农民低碳农业意识水平较高,在四个要素中表现最为突出,对农民整体低碳农业胜任素质的贡献最大。究其原因,农民虽缺乏低碳农业专业知识,但农民在长期生产和生活中对土地和环境产生了深厚的感情,这种先天亲环境、重生态的意识驱使农民在农业生产过程中形成独特的低碳农业意识。

在低碳农业态度的因子分析中,提取出三个公共因子,累积方差贡献率为86.42%。综合因子得分大于零的人数为121人,小于或等于零的人数为154人,说明农民对低碳农业的态度多为消极,这在一定程度上拉低了农民整体低碳农业胜任素质。农民作为有限理性行为能力人,其对各项低碳技术的采纳态度受多方面因素共同影响,技术的适用性、操作的难易程度以及投入资金的风险和报酬等均会影响其采纳态度。

在低碳农业行为的因子分析中,提取出三个公共因子,累积方差贡献率为85.47%。综合因子得分大于零的人数为113人,小于或等于零的人数为162人,说明农民低碳生产行为水平较低,这无疑也降低了农民整体低碳农业胜任素质。随着农村劳动力大量转移,50岁及以上的农民成为农业生产的主体,他们接受新事物的能力较低,对新技术的学习能力也较弱,影响了低碳农业技术的推广应用。

综合以上分析,农民低碳农业胜任素质各构成要素水平由高到低依次为低碳农业意识、态度、行为和知识;外层低碳农业胜任素质低于内层,内层胜任素质是低碳素质的核心和驱动力,这种潜在的素质表明农民具有低碳生产倾向,较高的意识和态度最终会驱使农民进行低碳农业生产。

五、低碳农业胜任素质的影响因素分析

将指标体系中纳入因子分析的观测变量作为解释变量,以农民低碳农业胜任素质因子分析的综

合因子得分作为因变量，利用 SPSS20.0 对两种类型的农民分别进行最优尺度回归分析。两次回归都仅有少数变量不显著，回归模型的确定系数和调整的确定系数均在 90%以上，这表明农民的低碳农业知识、意识、态度、行为对农民低碳农业胜任素质的解释力达到 90%以上，模型具有较好的拟合优度；两次回归的方差分析表显示，模型均通过显著性检验，各个解释变量均具有统计学意义；标准化系数的符号方向均为正，符合前述模型的理论假设；模型各自变量的容忍度在转换前后都大于 0.1，表明模型不存在共线性问题。剔除两次回归有且仅有的不显著变量 X_8 后，具体回归结果如表 5、表 6 所示。

1. 低碳农业胜任素质较低者的影响因素分析

在类型一低碳农业胜任素质较低者的最优尺度回归分析中，对国家进行环境治理和环境保护必要性的认识(X_{10})、对气候灾害与环境污染关系的感知(X_{12})、对采用免耕或秸秆还田技术的态度(X_{16})、对采用清洁能源的态度(X_{19})这四项是农民低碳农业胜任素质的主要影响因素，其重要性分别为 0.09、0.08、0.27、0.17。素质较低者对免耕技术、秸秆还

田技术十分关心，是影响低碳农业胜任素质最重要的因素，对免耕、秸秆还田技术采用态度积极的农民比态度消极者胜任素质高 0.57。其原因可能是多方面的：一方面，国家在调研区大力推广秸秆还田技术，从而使得农民对秸秆还田技术有较为深刻的认识；另一方面，秸秆还田技术较容易掌握和习得且实施效果明显，秸秆还田技术本身不需太多资金投入，运用该技术可减少化肥、农家肥的施用，达到减少农业生产投资和改善土壤土质的效果。素质较低者对清洁能源技术的关心次之，对采用清洁能源技术持积极态度者比之消极态度者的胜任素质高 0.49。不难发现，秸秆还田技术和清洁能源技术都有操作简单、效果明显等特征。由此，在低碳技术推广过程中，应考虑低碳技术的难易程度以及实施该技术的预期效果。重要性居前的四大因素均出自农民低碳农业胜任素质模型内层，这可能与前文提及的农民先天亲环境的意识和态度有关。而外层要素虽然也影响显著，但就重要性而言较内层偏低，说明对素质较低者而言，有进行低碳农业生产的潜力，但由于缺乏低碳农业知识作为支撑，未能将意识和态度落实到具体的低碳行为上。

表 5 类型一最优尺度回归分析结果

解释变量	标准化系数		df	F	Sig.	重要性	容差	
	β 系数	标准差					转换前	转换后
X_3	0.197	0.046	2	18.293	0.000	0.024	0.539	0.539
X_4	0.141	0.032	2	18.959	0.000	0.015	0.853	0.853
X_5	0.125	0.031	2	15.913	0.000	0.018	0.596	0.596
X_6	0.035	0.018	2	3.634	0.030	-0.004	0.918	0.918
X_{10}	0.295	0.066	2	19.813	0.000	0.092	0.903	0.903
X_{11}	0.140	0.030	2	21.086	0.000	0.026	0.887	0.887
X_{12}	0.324	0.029	2	127.812	0.000	0.081	0.884	0.884
X_{15}	0.230	0.024	1	90.338	0.000	0.054	0.788	0.788
X_{16}	0.571	0.049	2	137.324	0.000	0.270	0.672	0.672
X_{17}	0.278	0.035	2	64.778	0.000	0.076	0.795	0.795
X_{18}	0.151	0.031	2	23.933	0.000	0.007	0.828	0.828
X_{19}	0.485	0.069	2	49.658	0.000	0.172	0.772	0.772
X_{20}	0.093	0.024	2	15.168	0.000	-0.002	0.786	0.786
X_{23}	0.181	0.030	1	35.283	0.000	0.040	0.653	0.653
X_{24}	0.305	0.034	2	82.821	0.000	0.062	0.797	0.797
X_{25}	0.184	0.032	2	32.134	0.000	0.027	0.689	0.689
X_{26}	0.208	0.042	2	24.597	0.000	0.041	0.839	0.839
X_{27}	0.130	0.025	1	26.724	0.000	0.002	0.734	0.734

2. 低碳农业胜任素质较高者的影响因素分析

在类型二素质较高者的最优尺度回归中，系统

提出变量 X_{19} 方差为零的警告，对该变量进行统计性检验，发现该变量并未有缺失值，警告原因是在

该类型中,农民对清洁能源的采用都持有肯定态度,选择的无差异性导致该因素的方差为零,删除该变量后,模型结果如表6所示。

是否了解低碳农业作用和内涵(X_6)显著影响农民低碳农业胜任素质,且显著性水平为1%;结果重要性显示,是否听过温室气体或温室效应(X_3)是否听过低碳农业或碳排放(X_4)是否了解温室气体作用与内涵(X_5)是否了解低碳农业和内涵(X_6)这四项是素质较高者低碳农业胜任素质的主要影响因素,重要性水平依次为0.26、0.14、0.14、0.13。相比于较低者,素质较高者的低碳知识水平较高。从四者的重要性水平呈现依次递减状态来看,可知农民对浅层低碳知识较深层低碳知识

有更多的认识和掌握。原因可能是温室气体相对低碳或低碳农业而言更易于理解,而且近几年电视、媒体等对温室气多有提及而很少关注低碳或低碳农业相关概念和知识,导致农民对低碳或低碳农业的认识不足。从内层重要性低于中间层可知,农民亲环境的意识和态度已经逐步外显,低碳农业知识的桥梁和纽带作用逐步凸显。但农民低碳行为表现仍然不佳,这可能是因为农民对具体低碳技术的作用和操作还不甚了解,导致农民很难以积极态度响应国家低碳农业号召并做出低碳行为决策;还有可能是农民的低碳意识和态度不够坚定和农村整体低碳氛围不够强,农民难以下决心改变生产行为和方式。

表6 类型二最优尺度回归分析结果

解释变量	标准化系数		df	F	Sig.	重要性	容差	
	β 系数	标准差					转换前	转换后
X_3	0.435	0.042	2	110.067	0.000	0.258	0.375	0.339
X_4	0.283	0.046	2	38.621	0.000	0.137	0.330	0.331
X_5	0.249	0.052	3	23.058	0.000	0.136	0.341	0.283
X_6	0.256	0.044	1	34.314	0.000	0.127	0.326	0.308
X_{10}	0.154	0.052	2	8.761	0.000	0.005	0.817	0.818
X_{11}	0.090	0.030	2	9.143	0.000	0.012	0.867	0.860
X_{12}	0.252	0.038	2	43.155	0.000	0.056	0.924	0.922
X_{15}	0.231	0.028	2	66.693	0.000	0.042	0.711	0.711
X_{16}	0.279	0.057	2	24.027	0.000	0.029	0.716	0.712
X_{17}	0.073	0.027	2	7.221	0.001	0.005	0.883	0.885
X_{18}	0.204	0.032	2	39.518	0.000	0.002	0.745	0.742
X_{20}	0.103	0.032	1	10.582	0.002	0.024	0.740	0.725
X_{23}	0.176	0.035	1	25.291	0.000	-0.017	0.659	0.652
X_{24}	0.303	0.031	2	94.285	0.000	0.018	0.724	0.726
X_{25}	0.280	0.033	2	71.846	0.000	0.084	0.740	0.755
X_{26}	0.272	0.041	2	43.029	0.000	0.065	0.792	0.797
X_{27}	0.127	0.024	2	27.963	0.000	0.016	0.892	0.876

六、结论及其政策含义

上述研究结论表明:农民低碳农业胜任素质整体偏低且个体差异明显,农民低碳农业胜任素质水平由高到低依次为低碳农业的意识、态度、行为和知识,呈现出由内向外扩展的空间结构。对素质较低者而言,低碳农业意识和态度对其胜任素质影响显著且具有较高的重要性;对素质较高者来说,低碳农业知识对其胜任素质影响显著且具有较高的重要性;两类农民素质外显至低碳农业生产行为的程度都较浅。

研究结论具有如下政策含义:一是要加强对农民低碳农业胜任素质的培养。要从转变传统农业生产方式、加快农业产业结构调整 and 走农业可持续发展之路的高度来充分认识提高低碳农业胜任素质的必要性、重要性和紧迫性。需从低碳农业的内涵、功能和内在要求出发,把低碳农业概念、作用等同农民具体生产、生活紧密结合起来,采取得力措施,加强对低碳农业胜任素质的培养,实现农业生产由高碳向低碳的转变。二是应针对农民的低碳农业胜任素质“短板”采取强化措施。农民的低碳农业知识明显不足,应利用较为发达的电视、广播、媒体

等加强低碳农业知识的宣传；利用低碳农业示范园、示范村等的阵地作用，农村基层干部和农技推广员的引导作用，加强农民低碳技术的培训和指导，还可对农民采取低碳技术的行为给予适度补贴以作激励。三是政府有关部门在技术推广过程中，应全面考虑所推技术的适用性，避免主观臆断造成技术滥用和技术使用效率低下的问题。从长远来看，应努力营造良好的低碳氛围，引导农民走亲环境、重生态之路。

参考文献：

- [1] 黄祖辉, 米松华. 农业碳足迹研究——以浙江省为例[J]. 农业经济问题, 2011, 32(11): 40-47, 111.
- [2] Norse D. Low carbon agriculture: Objectives and policy pathways [J]. Environmental Development, 2012, 1(1): 25-39.
- [3] 李秋萍, 李长建, 肖小勇, 等. 中国农业碳排放的空间效应研究[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(4): 30-35.
- [4] 陈儒, 姜志德, 姚顺波. 低碳农业联合生产的绩效评估及其影响因素分析[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2018(3): 44-55, 154-155.
- [5] 吴春梅, 张伟. 居民低碳认知态度与行为的实证研究[J]. 技术经济与管理研究, 2013(7): 123-128.
- [6] 汪翔, 陆五一, 周力. 基于结构方程模型的农户低碳养殖认知分析[J]. 江苏农业学报, 2013, 29(1): 189-194.
- [7] 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.
- [8] 崔亚飞, 黄少安, 吴琼. 农户亲环境意向的影响因素及其效应分解研究[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(12): 45-49.
- [9] 张旭吟, 王瑞梅, 吴天真. 农户固体废弃物随意排放行为的影响因素分析[J]. 农村经济, 2014(10): 95-99.
- [10] 祝华军, 田志宏. 稻农采用低碳技术措施意愿分析——基于南方水稻产区的调查[J]. 农业技术经济, 2013(3): 62-71.
- [11] 陆文聪, 余安. 浙江省农户采用节水灌溉技术意愿及其影响因素[J]. 中国科技论坛, 2011(11): 136-142.
- [12] 崔新蕾, 蔡银莺, 张安录. 农户减少化肥农药施用量的生产意愿及影响因素[J]. 农村经济, 2011(11): 97-100.
- [13] 侯博, 应瑞瑶. 分散农户低碳生产行为决策研究——基于 TPB 和 SEM 的实证分析[J]. 农业技术经济, 2015(2): 4-13.
- [14] 田云, 张俊飏, 何可, 等. 农户农业低碳生产行为及其影响因素分析——以化肥施用和农药使用为例[J]. 中国农村观察, 2015(4): 61-70.
- [15] McClelland D C. Testing for competence rather than for "intelligence" [J]. Am Psychol, 1973, 28(1): 1-14.
- [16] Spenser L M. Competence at work: models for superior performance[M]. New York: John Wiley & Sons Inc, 1993.
- [17] Boyatzis R E. The Competence Manager: A Model for Effective Performance[M]. New York: Wiley, 1982.
- [18] 霍生平. 两型农业中农民生态素质模型与评价体系的构建[J]. 求索, 2010(4): 13-15.
- [19] 张董敏, 齐振宏, 周慧, 等. 两型农民胜任素质的实证研究——基于对荆州农民的调查[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2012(6): 47-52.
- [20] 陈儒, 邓悦, 姜志德, 等. 中国退耕还林还草地区复耕可能性及其影响因素的比较分析[J]. 资源科学, 2016, 38(11): 2013-2023.

责任编辑: 李东辉