

农业企业采纳大数据技术影响因素研究

——基于ISM模型的实证分析

冯叶¹, 陈盛伟¹, 宋长青²

(1. 山东农业大学 经济管理学院, 山东 泰安 271018; 2. 山东农业大学 信息科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘要:为提升大数据技术在农业领域的应用深度与广度,进一步挖掘农业数据资源,推动农业供给侧改革。基于189份农业企业调研数据,运用ISM模型,分析了农业企业采纳大数据技术影响因素及其关联关系与递阶层次结构。提出加大技术的研发力度,提高核心设备和技术的自主知识产权水平,加强大数据技术产业协作,培养企业数据管理意识与大数据技术型人才,加强大数据技术公共示范工程的宣传作用等对策建议。

关键词:农业企业;大数据技术;技术采纳;影响因素;ISM模型

中图分类号:F323.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-980X(2020)7-0018-08

近年来,以分布式计算技术、数据仓储技术、云计算技术、区块链技术、物联网技术等为重要组成部分的大数据技术在产业领域广泛应用,逐渐成为人类进一步认识自然与社会的强有力工具。2008年《Nature》杂志发表Big Data专刊,高度关注大数据技术研究和应用^[1-5]。2015年,李克强总理在政府工作报告中提出“互联网+”的行动计划,国务院印发《促进大数据发展行动纲要》,高度重视大数据技术研究与应用问题。2016年,农业部印发《“互联网+”现代农业三年行动实施方案》《“十三五”全国农业农村信息化发展规划》《农业农村大数据试点方案》等,指导大数据技术在农业农村领域开展应用。2017年,中央一号文件指出我国农业农村发展已进入新的历史阶段,需要推进供给侧结构性改革。随着IBM公司对智慧地球概念的提出,人们对智慧农业的构想也在不断深入^[6],大数据技术将对农业供给侧改革与智慧农业的实现提供助力。目前,大数据技术在农产品质量安全追溯、农产品电子商务、农产品数据平台建设、信息服务等方面已有典型应用,例如,北京佳格天地科技有限公司开发卫星遥感大数据在精准农业种植中的应用等。尽管大数据技术在农业领域已有高度关注与典型应用^[7-8],可应用深度与广度仍然较小。国内文献多集中于大数据算法研究^[9]、大数据环境下的管理与决策问题^[10]、大数据产业发展问题^[11]、数据权属与隐私问题^[12]、大数据引发的哲学问题^[13]等,对大数据技术在农业领域应用的社科研究较少。为此,本文选择农业企业作为研究对象,农业企业是新型农业主体代表,也是农业领域先进的组织方式和服务方式,在组织对技术采纳方面有一定的代表性。通过探讨农业企业对大数据技术能否实现技术采纳、何为制约因素、制约因素之间的相互关系,回答如何提升大数据技术在农业领域的应用深度与广度,如何进一步挖掘农业数据资源等问题。

一、概念界定与变量选择

(一)概念界定

大数据技术是一门新兴技术,结合与创新了一系列计算机技术与算法。目前学者们对大数据技术的内涵和外延界定并不明确,基于实地调研的情况和专家访谈的结果,参考大数据技术已有的主要观点,本文对大数据技术的研究范围界定为:基于物联网技术和互联网技术的高通量数据采集技术、以云计算技术为主导的数据存储和平台搭建技术、基于大数据算法的数据挖掘技术及数据可视化技术。本文研究样本为现代农业企业,指以市场为导向,以营利为目的,主要从事农产品(包括农、林、牧、副、渔业等)或农业领域产品(包括饲料、肥料、纺织品和农业机械等)的生产、加工、流通和服务的经济组织^[14]。

收稿日期:2020-02-28

基金项目:国家自然科学基金(71773067);山东省科技发展计划项目(2014GNC110012)

作者简介:冯叶(1989—),女,山东淄博人,山东农业大学经济管理学院博士研究生,研究方向:农业大数据资源综合利用,农业保险;(通讯作者)陈盛伟(1971—),男,山东青州人,博士,山东农业大学经济管理学院教授,博士研究生导师,研究方向:农业保险;宋长青(1963—),男,山东滨州人,山东农业大学信息科学与工程学院教授,研究方向:农业大数据示范应用,数据标准制定。

(二)影响因素变量选择

信息技术采纳理论主要研究内容为个人或组织在信息技术的采纳过程中的行为规律及其影响因素。Tornatzky 和 Fleischer^[15] 在创新扩散理论的基础上,提出 TOE(technology-organization-environment)模型,是信息技术采纳研究领域经典研究框架。该模型认为,企业采纳一项新的信息技术时要考虑技术、组织与环境 3 个因素。本文选择 TOE 模型作为变量选择的分析框架,结合实地调研的情况,通过与合作企业管理者、大数据技术研究方面的学者、农业经济管理专业学者、农业领域政府部门领导进行专家访谈,以及参考企业战略管理分析理论,加入决策者行为态度变量,制定决策者行为态度变量、技术变量、组织变量、环境变量 4 大类影响农业企业对大数据技术采纳意愿的因素。

1. 决策者行为态度变量

本文认为决策者对大数据技术的行为认知会影响企业的技术采纳意愿。一般来说,决策者对大数据技术的关注程度越高,对技术的认知越深刻,进而对大数据技术的应用前景态度越开明,对技术采纳的意愿越趋向于愿意。同时决策者对大数据技术的成本评估和大数据技术对企业的增益程度等方面的认知态度,也将对企业采纳大数据技术的意愿有一定的影响。

2. 技术因素变量

根据 TOE 理论,技术因素是指技术本身的特性,包括相对优势、兼容性、复杂性、可试性和可察性。本文通过技术应用认可程度和技术应用推广难度来诠释技术因素。一般来说,大数据技术认可程度越高,采纳技术的意愿越高。技术应用推广难度越低,采纳技术的意愿越高。

3. 组织因素变量

企业不同的主营业务类型与规模对大数据技术的采纳意愿有所不同,结合企业特点选择采纳时机与需求^[16]。企业的信息化水平对大数据技术的采纳意愿有一定的影响,主要体现在企业信息化人才、企业信息管理软件基础、企业信息系统的开发形式等。其中企业信息化人才用信息部门本科及以上人才比例、硕士及以上人才比例体现;企业信息管理软件基础是为了反映企业原有信息管理与分析软件的复杂程度,用是否使用 Excel 之外的信息管理与分析软件体现。

4. 环境因素变量

大数据行业协会及产业联盟、大数据技术公共示范工程、政府宣传、政府补贴对农业企业对大数据技术的采纳意愿有一定的影响。

二、模型构建

本研究首先采用卡方检验和单因素方差分析的方法,对研究变量与采纳意愿进行相关性检验,找出相关性显著的影响变量。再次,对于与采纳意愿显著相关的影响变量通过 ISM(interpretive structural modeling)模型进行分析,找出影响因素间的层次递阶结构。

(一)数据来源

本文数据来源于问卷调查。本文在 2017 年 9—11 月对山东省农业企业进行问卷调查,共发放问卷 200 份,回收有效问卷 189 份,回收有效问卷率 94.50%。问卷回收后通过独立样本 T 检验对问卷进行项目分析,再对样本进行信度分析,保留具有判别能力的题项,问卷信度为 0.9219。2019 年 9—11 月选择部分被调研企业进行回访。综上所述,问卷具有很高的效度和信度。

对 189 份有效问卷的统计显示,104 家被调研农业企业表示“愿意”采纳大数据技术,占比 55.03%;70 家被调研农业企业表示“比较愿意”采纳大数据技术,占比 37.04%;15 家被调研企业表示“不愿意”采纳大数据技术,占比 7.94%。这一数据表明农业企业对大数据技术采纳意愿存在分歧,超过 90% 的被调研企业有采纳大数据技术的倾向,可只有五成多的被调研企业倾向强烈,仍有接近 8% 的被调研企业不愿意采纳。因此,如何将“不愿意”与“比较愿意”的企业转化为“愿意”采纳大数据技术的企业,其影响因素的分析对于大数据技术在农业企业中进一步采纳与应用有着至关重要的作用。

(二)ISM 方法原理

ISM 分析方法基本原理是根据经验、图论中的关联矩阵原理和计算机技术,对复杂系统中各种影响因素及其相互关系进行解析,目的为发现因素间的关联性和层次性,确定影响因素间的层次结构关系^[17]。具体

分析步骤如下。

假设农业企业对大数据技术采纳的显著影响因素有 k 个, 则用 S_0 表示农业企业对大数据技术的采纳意愿, $S_i (i=1, 2, \dots, k)$ 表示农业企业对大数据技术采纳意愿的显著影响因素。通过专家经验判断各因素间的逻辑关系, 用“V”表示行因素对列因素有直接或间接的影响, “A”表示列因素对行因素有直接或间接的影响, 做出逻辑关系图, 确定邻接矩阵 R , 其构成方式详见式(1):

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & S_i \text{ 对 } S_j \text{ 有影响} \\ 0, & S_i \text{ 对 } S_j \text{ 没有影响} \end{cases}, \quad i = 0, 1, \dots, k; j = 0, 1, \dots, k \quad (1)$$

由 r_{ij} 构成的邻接矩阵 R 需要进一步转化为可达矩阵 M , 其计算方法详见式(2):

$$M = (R + I)^{\lambda+1} = (R + I)^{\lambda} \neq (R + I)^{\lambda-1} \neq \dots \neq (R + I)^2 \neq (R + I) \quad (2)$$

其中: I 为单位矩阵; $2 \leq \lambda \leq k$; 以上矩阵幂运算遵循布尔运算法则。根据可达矩阵 M , 计算各因素层次。 $P(S_i)$ 是可达集, 表示可达矩阵中从因素 S_i 出发可以到达的全部因素的集合; $Q(S_i)$ 是先行集, 表示可达矩阵中可以到达因素 S_i 的全部因素的集合。其表达方法详见式(3):

$$P(S_i) = \{S_j | m_{ij} = 1\}, \quad Q(S_i) = \{S_j | m_{ji} = 1\} \quad (3)$$

其中: m_{ij} 和 m_{ji} 均是可达矩阵 M 的因素。最高层的因素计算方法详见式(4):

$$L_1 = \{S_i | P(S_i) \cap Q(S_i) = P(S_i); i = 0, 1, \dots, k\} \quad (4)$$

根据上述分析, 确定各因素层次结构。第一, 根据式(3)和式(4)确定顶层要素集 L_1 , 之后在可达矩阵 M 中删除顶层要素集 L_1 , 得到矩阵 M' ; 第二, 对 M' 进行式(3)和式(4)运算, 得到位于第二层要素集 L_2 , 之后在 M' 中删除第二层要素集 L_2 , 得到矩阵 M'' ; 第三, 依据上述运算, 得到第三层要素集 L_3 以及所有层次要素集; 最后, 用有向边连接各层次要素, 得到农业企业对大数据技术采纳的影响因素层次结构。

三、影响因素模型估计与结果讨论

(一)模型估计分析

1. 农业企业对大数据技术采纳意愿影响因素显著性分析

本文采用 SPSS19.0 软件对 189 份有效问卷进行分析。在对决策者行为态度变量、组织因素变量、环境因素变量 3 类 15 个因素与采纳意愿选择进行相关显著性检验中, 采用类别因素卡方检验方式, 结果详见表 1、表 2。在对技术变量与采纳意愿选择进行相关显著性检验中, 采用单因素方差分析, 本文通过李克特五分量表法对二维码、云计算、物联网、追溯系统、数据采集、数据分析、数据可视化、网盘 8 项技术的应用进行认知研究, 其中赋值越大表示认可程度越高, 之后加权 8 项变量为技术应用认可程度变量, 以此通过对具体技术的应用认知情况反映大数据技术应用认可程度。研究企业对大数据技术的复杂性、兼容性、可试性 3 个方面认知, 其中, 赋值越大表示难度越小, 之后加权为技术应用推广难度。对技术应用认可程度、技术应用推广难度与采纳意愿选择的关系通过单因素方差分析, 进行相关性检验, 结果详见表 3、表 4。最后, 确定决策者行为态度变量、技术因素变量、组织因素变量、环境因素变量 4 类 15 个因素: 决策者对大数据技术的关注程度、决策者对大数据技术在农业领域应用前景态度、大数据技术采纳成本评估、大数据技术对企业的增益程度、技术应用认可程度、技术应用推广难度、企业主营业务类型、企业规模、企业信息化人才比例、企业信息管理软件复杂度、企业信息系统开发形式、大数据行业协会及产业联盟的作用、大数据技术公共示范工程的影响、政府宣传、政府补贴。

2. 农业企业对大数据技术采纳意愿影响因素的解释性结构

通过相关关系显著性检验, 确定决策者行为认知变量、技术因素变量、组织因素变量、环境因素变量 4 类 15 个因素为显著性影响因素, 用 S_i 表示。分别是决策者对大数据技术的关注程度 S_1 、决策者对大数据技术在农业领域应用前景态度 S_2 、大数据技术采纳成本评估 S_3 、大数据技术对企业的增益程度 S_4 、技术应用认可程度 S_5 、技术应用推广难度 S_6 、企业主营业务类型 S_7 、企业规模 S_8 、企业信息化人才比例 S_9 、企业信息管理软件复杂度 S_{10} 、企业信息系统开发形式 S_{11} 、行业协会及产业联盟影响 S_{12} 、大数据技术公共示范工程影响 S_{13} 、政府宣传 S_{14} 、政府补贴 S_{15} 。在分析讨论并咨询有关专家学者和山东省各地市农业局等职能部门管理者意见的基础上, 本文给出 15 个影响因素间的逻辑关系, 如图 1 所示。

表 1 组织、行为态度、环境变量解释与统计特征

变量名称		变量含义及赋值	均值	标准差
意愿		不愿意=1,比较愿意=2,愿意=3	2.4709	0.6404
组织因素	主营业务类型	生产加工型企业=1,流通服务型企业=2	1.1481	0.3562
	企业规模	国家级农业产业化龙头企业=1,省级农业产业化龙头企业=2,市级农业产业化龙头企业=3,普通规模农业企业=4	3.1481	0.5352
	企业信息管理部门本科及以上学历人员比例	0%=1,0%~20%=2,20%~40%=3,40%~60%=4,60%~80%=5,80%~100%=6,100%=7	2.2011	1.2640
	企业信息管理部门硕士及以上学历人员比例	0%=1,0%~20%=2,20%~40%=3,40%~60%=4,60%~80%=5,80%~100%=6,100%=7	1.4974	0.6493
	使用 Excel 之外的信息管理与分析软件	不使用=0,使用=1	0.4921	0.5013
	企业信息管理系统开发形式	不了解,不开发=1,外购调试=2,业务外包=3,自行开发=4	2.5291	1.0394
行为态度	大数据技术关注程度	没听说过=1,听说过=2,关注=3,很关注=4,非常关注=5	2.4709	0.9083
	对大数据技术在农业领域应用前景态度	没有必要应用=1,有应用价值,但目前还不具备应用条件=2,有应用价值,现阶段就应该跟上这一趋势=3	2.4868	0.5012
	采纳大数据技术的成本预估	成本完全超出企业承受能力=1,成本暂时过高,观望价格=2,成本目前可以接受=3	2.0212	0.5048
	采纳大数据技术对企业利润的增益程度	大量减少利润=1,少量减少利润=2,利润不变=3,少量增加利润=4,大量增加利润=5	4.2646	0.7248
环境因素	加入大数据行业协会或者产业联盟	否=0,是=1	0.1270	0.3338
	大数据公共示范工程的观摩学习	没观摩学习=1,观摩过,效果不明显=2,观摩过,深受启发=3	1.3968	0.6890
	政府对农业大数据宣传力度	没有=1,普通宣传=2,力度大=3	1.7884	0.5336
	政府对您所在企业采纳大数据技术服务是否有财政补贴	没有=0,有=1	0.0476	0.2135
	若有财政补贴是否愿意采纳	不愿意=0,愿意=1	0.9524	0.2135

表 2 组织、行为态度、环境变量与采纳意愿相关性检验

变量名称		χ^2	自由度	p
组织因素	主营业务类型	7.9923	2	0.0184
	企业规模	19.5040	6	0.0034
	企业信息管理部门本科及以上学历人员比例	16.1645	10	0.0950
	企业信息管理部门硕士及以上学历人员比例	25.9468	6	0.0002
	使用 Excel 之外的信息管理与分析软件	12.0968	2	0.0024
	企业信息管理系统开发形式	31.3119	6	0.0000
行为态度	大数据技术关注程度	16.6594	8	0.0339
	对大数据技术在农业领域应用前景的态度	14.5603	2	0.0007
	采纳大数据技术的成本预估	57.1106	4	0.0000
	采纳大数据技术对企业利润的增益程度	49.6438	6	0.0000
环境因素	是否加入大数据产业联盟	7.1833	2	0.0276
	大数据公共示范工程的观摩学习	27.8284	4	0.0000
	政府对农业大数据宣传力度	13.0081	4	0.0112
	政府对您所在企业采纳大数据技术服务是否有财政补贴	1.0177	2	0.6012
	若有财政补贴,是否愿意采纳	46.3050	2	0.0000

表 3 技术因素统计特征

变量名称	分类	数量	平均值	标准差	极小值	极大值
技术应用认可程度	不愿意	15	18.4000	5.8773	8	24
	比较愿意	70	24.7429	3.0678	18	33
	愿意	104	28.0288	7.8090	8	40
	总数	189	26.0476	6.8489	8	40
技术应用推广难度	不愿意	15	6.5333	1.6417	5	9
	比较愿意	70	8.6000	1.5266	5	12
	愿意	104	10.1635	1.7129	6	14
	总数	189	9.2963	1.9670	5	14

表 4 技术因素与采纳意愿相关性检验

变量名称		平方和	自由度	均方	F	显著性	关联强度
技术应用认可程度	组间	1404.6865	2	702.3433	17.6204	0.0000	0.1496
	组内	7413.8849	186	39.8596			
	总数	8818.5714	188				
技术应用推广难度	组间	226.6529	2	113.3265	42.0939	0.0000	0.3031
	组内	500.7545	186	2.6922			
	总数	727.4074	188				

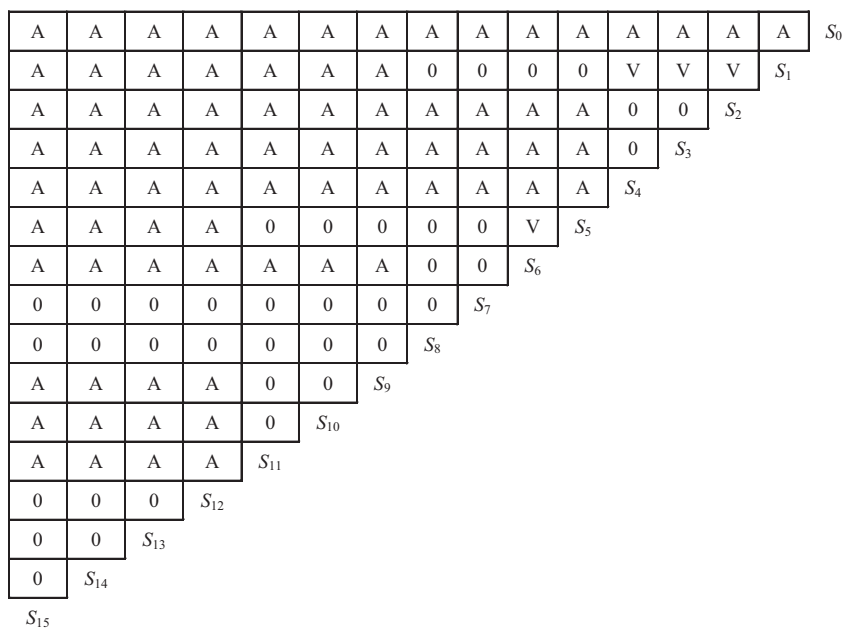


图1 影响因素间的逻辑关系图

根据图1和式(1)得到影响因素间的邻接矩阵 R 。利用式(2)和MATLAB软件,由邻接矩阵 R 得到影响因素的可达矩阵 M 。根据可达矩阵 M 、式(3)和式(4)计算得出将15个影响因素分为5个层次: $L_1=\{S_0\}$, $L_2=\{S_2, S_3, S_4\}$, $L_3=\{S_1, S_6, S_7, S_8\}$, $L_4=\{S_5, S_9, S_{10}, S_{11}\}$, $L_5=\{S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{15}\}$ 。根据 L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 得到排序后的可达矩阵图,如图2所示。根据图2,用有向边连接各因素,得到农业企业对大数据技术采纳意愿选择影响因素间的关联关系与层次递阶结构,如图3所示。

	S_0	S_2	S_3	S_4	S_1	S_6	S_7	S_8	S_5	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}
S_0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_6	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_7	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S_8	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S_5	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S_9	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S_{10}	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
S_{11}	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S_{12}	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
S_{13}	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0
S_{14}	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0
S_{15}	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1

图2 排序后的可达矩阵层次结构图

(二) 结果讨论

1. 表层影响因素分析

大数据技术在农业领域应用前景态度与农业企业对大数据技术采纳意愿选择显著相关, p 为0.0007。没有调研企业选择“没有必要应用”一项,可见被调研企业对大数据技术的应有价值持有肯定的态度。持有乐观态度的企业与持有观望态度的企业各占近一半,有48.68%的被调研企业持有乐观态度,认为“有应用价

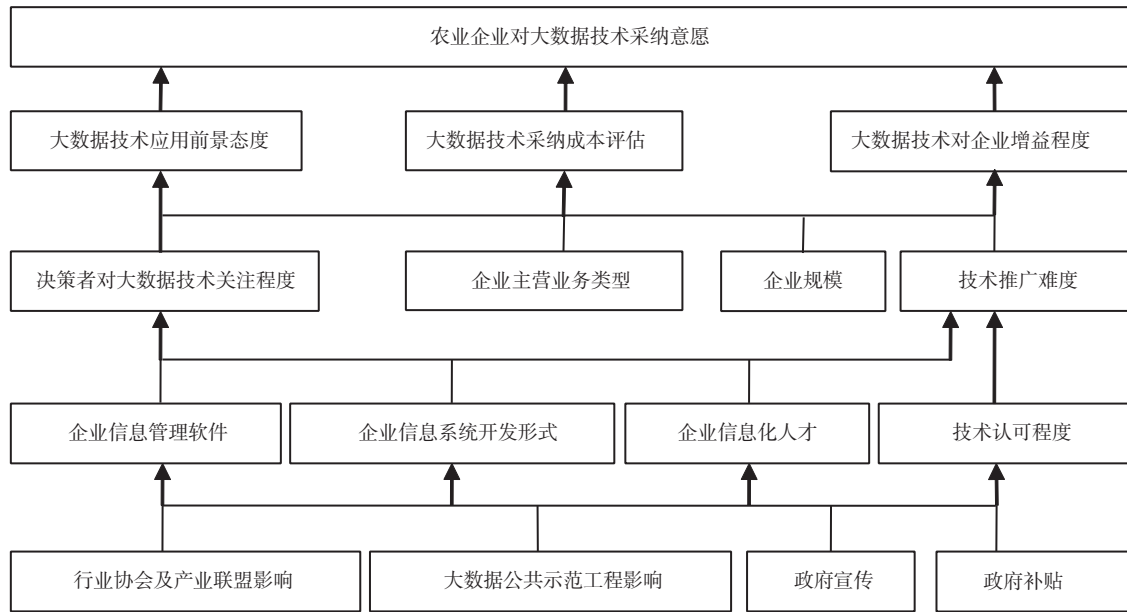


图3 农业企业对大数据技术采纳意愿影响因素间的关联关系与层次递阶结构

值,现阶段就应该跟上这一趋势”,还有51.32%的被调研企业是观望态度,认为“有应用价值,可目前的农业发展状况还不具备条件”。68.48%的持有乐观态度的企业“愿意”采纳大数据技术,42.27%的持有观望态度的企业“愿意”采纳大数据技术。可见,持有乐观态度的企业比持有观望态度的企业更为倾向愿意采纳大数据技术。

大数据技术采纳成本评估与农业企业对大数据技术采纳意愿选择显著相关, p 为0.0000。成本因素是农业企业采纳大数据技术极为直接的影响因素,本文认为大数据技术的实施成本主要为硬件成本和软件成本,硬件成本是指基于计算机设备和服务产生的成本,包括设备费用、服务费用、维护成本等,而软件成本是指采纳大数据技术产生的员工培训费用和聘用费用等。近九成的被调研企业认为现阶段大数据采纳成本过高,其中74.60%被调研企业认为“成本暂时过高,观望软硬件成本走势”,还有11.64%被调研企业认为“成本完全超出企业承受能力”,只有13.76%被调研企业认为“大数据技术成本目前可以接受”。而40.91%的认为“成本完全超出企业承受能力”的被调研企业选择“愿意”采纳大数据技术,49.65%的认为“成本暂时过高,观望软硬件成本走势”的被调研企业选择“愿意”采纳大数据技术,96.15%的认为“大数据技术成本目前可以接受”的被调研企业选择“愿意”采纳大数据技术。可见,被调研企业对成本评估越乐观越倾向愿意采纳大数据技术。

大数据技术对企业利润的增益程度与农业企业对大数据技术采纳意愿选择显著相关, p 为0.0000。大数据技术对企业的增益程度主要表现为对企业收益的增加和运营成本的降低,以大数据技术为支撑的平台和后台建设,如阿里云服务等,可以提高业务处理的运行速率,大数据技术产生的服务优势可以提高企业的收益,以及长期成本的降低。近九成的被调研企业认为采纳大数据技术可以增加利润,其中45.50%的被调研企业认为“少量增加利润”,41.27%的被调研企业认为“大量增加利润”。18.18%的认为“利润不变”的被调研企业选择“愿意”采纳大数据技术,38.37%的认为“少量增加利润”的被调研企业选择“愿意”采纳大数据技术,82.05%的认为“大量增加利润”的被调研企业选择“愿意”采纳大数据技术。而选择“少量减少利润”的被调研企业也“愿意”采纳大数据技术,因选项数量太少,在此不予考虑。可见,被调研企业对采纳大数据技术对企业利润的增益程度期望值越高越倾向于愿意采纳大数据技术。

2. 中间影响因素分析

农业企业主营业务类型、企业规模与农业企业对大数据技术采纳意愿选择显著相关, p 分别为0.0184、0.0034。企业主营业务类型与企业规模可以产生不同的运营组合,不同的运营组合对采纳大数据技术的意愿与大数据技术应用形态有不同的选择。根据实地调研与专家访谈的结果,大田种植对传感器的要求高,多功能、高密度分布传感器的成本高,而大田种植的收益低,投资回报率相对低,现阶段大田种植采纳大数据技

术项目多为公共示范工程,以盈利为目标的企业行为较少。高附加值的经济作物生产利润高,但是单位成本高、经营风险高,部分高附加值的经济作物对种植环境要求高,存在市场不确定性,企业采纳大数据技术可以降低成本和风险,因此,相对更愿意采纳大数据技术,一般选用物联网数据采集与大数据技术分析的技术组合。农产品储存流通型企业,如电子商务、农产品物流等,存在高市场风险,需要数据进行市场预测,降低风险,因此,对数据采集、分析、展现的需求相对大,更愿意采纳大数据技术。标准化、规模化生产的农副产品加工型企业,信息化程度高,为提高食品安全,适应市场竞争,满足消费者需求,更愿意采纳大数据技术,建立和完善农产品质量安全追溯系统。

企业信息化人才比例、企业信息管理软件复杂度、企业信息系统开发形式与农业企业对大数据技术采纳意愿选择显著相关, p 分别为0.0002、0.0024、0.0000。企业信息部门本科以上学历人才比例这一因素未通过显著性检验,不予讨论。企业信息部门人才比例较低,九成多企业硕士及以上学历人员比例低于20%,其中57.67%的被调研农业企业信息管理部门没有硕士及以上学历人员。Excel软件是被调研农业企业最为主要的信息管理软件,My SQL、Oracle等相对高级的数据管理与分析软件使用率低于5%。使用Excel之外的信息管理与分析软件的被调研企业相对于不使用的更倾向于“愿意”采纳大数据技术,企业原有的信息管理软件相对复杂一定程度上反映了企业的数据管理意识强、数据服务需求大,更倾向于愿意采纳大数据技术。企业信息管理系统开发形式多元,可仍有17.99%的被调研企业“不了解、不开发”,77.27%的选择“自行开发”的被调研企业选择“愿意”采纳大数据技术,47.06%的选择“不了解、不开发”的被调研企业选择“愿意”采纳大数据技术,“自行开发”的被调研企业比“不了解、不开发”的被调研企业更倾向于愿意采纳大数据技术。一般来说,自行开发信息系统的企业,对企业数据管理有个性化需求,企业数据管理需求大、企业信息管理人才储备好、对大数据技术的认知程度相对高,更愿意采纳大数据技术。

技术应用认可程度、技术推广难度与农业企业对大数据技术采纳意愿选择显著相关, p 为0.0000、0.0000,关联强度指数分别为0.1496、0.3031,说明不同采纳意愿的企业在技术认可程度、技术推广难度上存在显著差异,并且具有实际应用价值。本文对技术认可程度的赋值越大表示认可程度越高,技术推广难度赋值越大表示推广难度越小。由表3可见,技术应用认可程度越高,企业越倾向愿意采纳大数据技术,技术推广难度越小,企业越倾向愿意采纳大数据技术。首先,企业对二维码、云计算、物联网、追溯系统、数据采集、数据分析、数据可视化、网盘等技术应用的认可程度越高,可以反映企业对现行大数据技术应用越持有肯定态度,推测其对大数据技术应用的发展潜力和发展空间会越持有乐观态度,认为不采纳大数据技术的机会成本大,进而越愿意采纳大数据技术;再次,企业对大数据技术的复杂度、兼容度、可试性接受程度越大,反映企业学习成本相对低、企业信息系统整合成本相对低、企业试用成本相对低,一定程度上说明采纳成本相对低,进而越愿意采纳大数据技术。

决策者对大数据技术认知程度与农业企业对大数据技术采纳意愿选择显著相关, p 为0.0339。决策者对大数据技术关注程度整体不高,40.21%的决策者“听说过”,37.57%的决策者“关注”“很关注”以及“非常关注”的决策者只有9.52%,仍有12.70%的被调研企业“没有听说过”。“很关注”以及“非常关注”的决策者所在企业选择“愿意”采纳大数据技术的比例要高于关注及以下的决策者所在企业近五成。决策者对大数据技术的关注程度高,则对大数据技术的应用与发展认知程度高,对技术进步所带来的成本降低以及利润提升持乐观态度,对农业发展前景趋于科技兴农,因此,其所在企业越愿意采纳大数据技术。

3. 深层影响因素分析

大数据行业协会及产业联盟影响、大数据公共示范工程影响与农业企业对大数据技术采纳意愿选择显著相关, p 为0.0276、0.0000。参与大数据行业协会或者大数据产业联盟的企业“愿意”采纳大数据技术的比例高于不参与的企业超过20%,观摩过大数据示范工程的企业“愿意”采纳大数据技术的比例高于没有观摩过的企业近40%。企业参与大数据行业协会及产业联盟表明企业对大数据技术有兴趣,大数据行业协会及产业联盟企业间相互交流学习,拓展企业技术结合空间,增加技术学习渠道,企业对大数据技术的应用与发展更为了解,对自身企业业务与大数据技术具体结合方式更有基础与途径,因此更愿意采纳大数据技术。观摩过大数据技术示范工程的企业通过参观大数据技术在产业中实际应用,体会到大数据技术实用性,进而结合企业自身业务与发展需求,更愿意采纳大数据技术。

政府宣传、政府补贴与农业企业对大数据技术采纳意愿选择显著相关, p 为0.0112、0.0000。“政府宣传

力度大”的企业选择“愿意”采纳大数据技术的比例高于“没有”及“普通宣传”的企业近 50%。只有 4.76% 的被调研企业选择有财政补贴,因这一变量没有通过相关显著性检验,不予讨论。进一步研究“若有财政补贴,是否愿意采纳”,95.24% 的被调研企业愿意采纳,其中 40.21% 的被调研企业是由原“不愿意”及“比较愿意”转为“愿意”。政府宣传与政府补贴是强大的推动力,通过政府宣传可以让企业更愿意为了解农业对大数据技术的需求,结合业务需要,选择技术形式拓宽信息渠道。通过政府补贴可以刺激企业采纳技术,缓解企业成本压力,降低企业进入壁垒。

四、结论与政策含义

本文结合卡方检验、单因素方差分析与 ISM 模型,分析得到农业企业对大数据技术采纳意愿选择影响因素间的关联关系与层次递阶结构,通过上述因素层次分析,得到以下主要结论与政策含义。

第一,大数据技术成本评估、大数据技术对企业增益程度、政府财政补贴与农业企业采纳大数据技术意愿选择显著相关。企业是以盈利为目的的组织,成本与利润是最直接的刺激因素。加大对物联网设备、服务器设备、云计算服务、大数据平台构架等硬件和软件技术的研发力度,提高核心设备和技术的自主知识产权水平,减少对传感器、芯片等进口依赖,改良硬件材料,降低大数据技术的使用成本。引导大数据技术服务市场公平合理竞争,优化服务质量,降低技术服务成本,提高企业增益程度。鼓励农业企业开展与大数据技术相结合的项目,在建设用地、税费减免、企业奖励等方面给予适当的政策倾斜。引导社会资本投资农业大数据技术项目,鼓励金融、保险机构给予信贷支持、保险支持。

第二,决策者对大数据技术在农业领域应用前景态度、对大数据技术的认知程度与农业企业采纳大数据技术意愿选择显著相关。培养理念先进的决策者,对农业企业大数据技术采纳有一定的积极作用。加大对农业企业决策者培养力度,培养自我学习能力,增强其对科技兴农、智慧农业、大数据技术应用的认知;鼓励企业决策者走出去,学习大数据技术应用企业的管理经验;鼓励大学生返乡创业,带来先进的企业经营理念和销售渠道,培养与时俱进的农业企业决策者。

第三,企业主营业务类型、企业规模、企业信息化基础与农业企业采纳大数据技术意愿选择显著相关。农业企业多元化导致对技术需求存在多元化。加强大数据技术产业协作,挖掘大数据技术与农业生产实际相结合的途径,培养企业数据管理意识,建立合理的技术与需求耦合机制。

第四,技术应用认知程度、技术应用推广难度与农业企业采纳大数据技术意愿选择显著相关。技术相对优势、兼容性、复杂度、可试性、可察性等技术特质对技术采纳有一定影响,优化技术特质在一定程度提高采纳意愿。加大培养大数据技术型人才力度,鼓励高校、科研机构开展大数据技术及其交叉学科专业课程,与大数据技术公司、农业企业形成产学研模式,改进大数据算法,不断优化大数据技术在生产监测预警、市场预测、农产品质量追溯、电子商务等方面的用户体验,通过技术进步降低技术使用门槛。

第五,大数据行业协会及产业联盟、大数据公共示范工程、政府宣传与企业采纳大数据技术意愿选择显著相关,说明宣传与交流对农业企业采纳大数据技术有一定影响。政府部门应加大宣传力度,鼓励农业企业参与大数据行业协会及产业联盟,定期多次组织企业参观大数据技术公共示范工程,采用宣讲会、培训班、新闻媒体等宣传方式,推广大数据项目、分析成功案例、分享应用经验、拓展企业技术视野。

参考文献

- [1] FRANKEL F, REID R. Big data: Distilling meaning from data[J]. Nature, 2008(455): 30.
- [2] DOCTOROW C. Welcome to petacentre[J]. Nature, 2008(455): 16-21.
- [3] LYNCH C. How do your data grow?[J]. Nature, 2008(455): 28-29.
- [4] WALDROP M. Big data: Wikiomics[J]. Nature, 2008(455): 22-25.
- [5] HOWE D, COSTANZO M, FEY P, et al. Big data: The future of biocuration[J]. Nature, 2008(455): 47-50.
- [6] 孙忠富, 杜克明, 郑飞翔, 等. 大数据在智慧农业中研究与应用展望[J]. 中国农业科技导报, 2013, 15(6): 63-71.
- [7] 刘海启. 加快数字农业建设 为农业农村现代化增添新动能[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(12): 1-6.
- [8] 陈冬生. 大数据在休闲农业中的应用研究[J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(5): 208-212.
- [9] 徐宗本, 张维, 刘雷, 等. “数据科学与大数据的科学原理及发展前景”——香山科学会议第 462 次学术讨论会专家发言摘登[J]. 科技促进发展, 2014, 10(1): 66-75.
- [10] 徐宗本, 冯芷艳, 郭迅华, 等. 大数据驱动的管理与决策前沿课题[J]. 管理世界, 2014(11): 158-163.
- [11] 汪应洛, 黄伟, 朱志祥. 大数据产业及管理问题的一些初步思考[J]. 科技促进发展, 2014, 10(1): 15-19.

- [12] 丁晓东. 什么是数据权利? ——从欧洲《一般数据保护条例》看数据隐私的保护[J]. 华东政法大学学报, 2018(4): 39-53.
- [13] 段伟文. 大数据知识发现的本体论追问[J]. 哲学研究, 2015(11): 114-119.
- [14] 尹然平. 农业企业创业精神、创业能力与创业绩效关系研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [15] TOMATZKY L G, FLEISCHER M. The processes of technological innovation[M]. Lanham: Lexington Books, 1990.
- [16] 付清芬, 谢伟, 张娜娜. 企业管理创新采纳的动机、时机及过程[J]. 技术经济, 2019, 38(3): 1-7.
- [17] 汪应洛. 系统工程理论、方法与应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998: 56-73.

Influence Factors of Big Data Technology Adoption of Agricultural Enterprises: An Empirical Analysis Based on ISM Model

Feng Ye¹, Chen Shengwei¹, Song Changqing²

(1. College of Economics and Management, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong, China; 2. College of Information Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong, China)

Abstract: In order to improve the application depth and breadth of big data technology in the agricultural field, mine agricultural data resources and promote the supply side reform of agriculture, this paper uses ISM model to analyze the influencing factors of big data technology adopted by agricultural enterprises, their relationship and hierarchical structure based on the survey data of 189 agricultural enterprises. Some suggestions are put forward, for example: strengthen the development of technology, improve the level of independent intellectual property rights of core equipment and technology, strengthen the cooperation of big data technology industry, cultivate the awareness of enterprise data management and big data technology talents, and strengthen the publicity role of big data technology public demonstration project.

Keywords: agricultural enterprise; big data; technology adoption; influence factor; ISM model

(上接第 9 页)

Theoretical Evolution and Hot Fronts of the Innovation Ecosystem: A Bibliometric Analysis Study

Tang Linjia¹, Zheng Weiwei², Chi Renyong¹

(1. China Institute for Small and Medium Enterprise, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China;
2. School of Management, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: CiteSpace is used to conduct a bibliometric analysis of existing research on the innovation ecosystem in the Web of Science database from 2001 to 2018. Based on the results of co-occurrence analysis of term words, the paper systematically sorts out the basic research of the innovation ecosystem at first. Secondly, this study tracks the latest literature and related citation analysis in this field from 2016 to 2018. Based on the results of literature co-citation analysis, this paper summarizes three major research fronts: "ecosystem" reflection and supplementation, system risk prediction and response, system member behavior and micro-governance mechanisms. Finally, the article aims at the shortcomings of existing research, and proposes suitable exploration directions for future research.

Keywords: innovation ecosystem; literature clustering; theoretical evolution; research fronts