

高更君,孙敬轩. 物联网环境下“互联网+”农业的供应链风险评估[J]. 江苏农业科学,2018,46(16):329-333.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.16.076

物联网环境下“互联网+”农业的供应链风险评估

高更君,孙敬轩

(上海海事大学物流研究中心,上海 201306)

摘要:在“互联网+”战略下,物联网技术日趋成熟,农产品供应链模式得到了快速发展,我国农产品供应链模式正处于转型的关键时期。通过对物联网环境下农产品供应链模式的分析,选用由扩展事件驱动过程链方法(extended-event-driven process chain,简称 e-EPC)和基于价值的决策建模方法(value-focused thinking,简称 VFT)2 种方法整合得到的基于价值决策的流程分析方法(value-focused process engineering,简称 VFPE)模型进行风险识别,构建供应链风险评价指标体系。然后针对风险属性的模糊性,运用三角模糊数层次分析法计算指标权重并对风险进行排序。算例结果表明,信息安全风险已成为首要风险,物联网技术的引入,在规避传统农产品供应链风险的同时,也带来了新的风险;同时证实了该方法对评估物联网环境下农产品供应链风险具有实用性和创新性。

关键词:物联网;农产品供应链;风险评估;互联网+

中图分类号:F304.3;F252 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)16-0329-05

经济新常态下,“互联网+”得到了国家的高度重视,给各行各业发展模式都带来了深刻改变。农业产业在我国国民经济发展中起重要作用,农业与“互联网+”的融合将会给传统农业运作模式带来巨大改变,为农业信息化及农业现代化提供动力支持^[1]。而随着物联网技术的不断普及,“互联网+”农业有了技术支持。在近几年来,许多学者都围绕着物联网和农产品供应链进行了一些探讨。其中,一些学者研究了怎样把物联网技术与农业生产结合起来。例如,韩俊德等把物联网技术和生鲜农产品配送结合起来,提出了一种新的配送方案^[2]。李建伟对供应链的各个节点进行了深入分析,指出物联网的应用可以提高供应链效率^[3]。彭剑等则是以湖南省农产品供应链管理为案例,分析了物联网技术对于供应链管理水平的提升^[4]。胡建森分析了物联网技术应用于农产品供应链的重要性^[5]。也有一些学者从农产品安全卫生的角度出发,对农产品供应链开展了相关探讨^[6-9]。

上述文献基本上都是对于物联网和传统农产品供应链管理怎样融合进行研究。不过,对于农产品供应链风险问题,现有文献中更多的是从传统农产品供应链的角度出发研究^[10-12],很少有从物联网的角度进行考虑的,本研究将从这一角度出发,对物联网环境下农产品供应链的风险进行分析。

1 物联网环境下的农产品供应链分析

我国传统农产品供应链模式大致有以下几类:以农产品批发市场为核心环节,以龙头企业为核心环节,以第三方物流企业为核心环节以及“农超对接”模式。传统农产品供应链

模式存在着种种问题,诸如信息化程度低、不注重质量安全管理、组织化程度偏低等。传统农产品供应链存在的相关问题,已经严重限制了我国农业现代化的前进步伐,要想实现“互联网+”农业的目标,就必须高度重视信息平台的建设。伴随着目前“互联网+”和物联网的发展浪潮,农业管理者也更加关注信息化的建设,我国农业物联网的发展也取得了一定的成果。例如,江西省农业厅联合北京农信通集团、中国联通江西分公司,采取公私合作制模式(public private partnership,简称 PPP),大力开展智慧农业建设。2017 年 3 月,宁夏科技厅与宁夏农业物联网工程技术研究中心共同组织举办智慧农业创新发展论坛。物联网应用于农业供应链可以解决传统供应链存在的问题,加速农业现代化进程,农业物联网、智慧农业将会是未来农业发展的主模式。

根据物联网技术的结构特点,可以把农产品物联网划分为应用层、网络层和感知层 3 个层次^[13],如图 1 所示。在感知层中,温湿度传感器可以对生产环节进行实时监控,随时掌握农作物生长状态。电子标签传感器可以简化生产加工环节,便于获取农作物生长信息。GPS(global positioning system)定位系统可以随时掌握路况信息。电子标签的应用可以在零售及最终消费环节,使消费者通过产品标签了解到产品在各个环节的各项信息,确保产品安全。在网络层中,会把感知层中获取的各项信息,包括作物产地、加工过程、运输位置、市场价格等信息上传到信息平台,从而实现信息共享。在应用层中,生产者可以根据市场需求趋势来调整种植计划,加工中心可以根据加工信息适时调整加工进度,配送中心可以根据路况信息合理调配车辆。消费者可以更加方便地了解产品信息,政府等监管部门可以根据市场价格趋势进行相应调控措施。

2 基于 VFPE 的风险识别

价值决策的流程分析方法(value-focused process engineering,简称 VFPE)是 Neiger 等学者于 2009 年提出的一

收稿日期:2017-03-10

基金项目:国家自然科学基金(编号:71601114)。

作者简介:高更君(1971—),男,河南三门峡人,博士,讲师,主要从事供应链管理和物流规划管理方面的研究。E-mail:gjgao@shmtu.edu.cn。

通信作者:孙敬轩,硕士研究生,主要从事供应链风险管理方面的研究。E-mail:sunjingxuan@stu.shmtu.edu.cn。

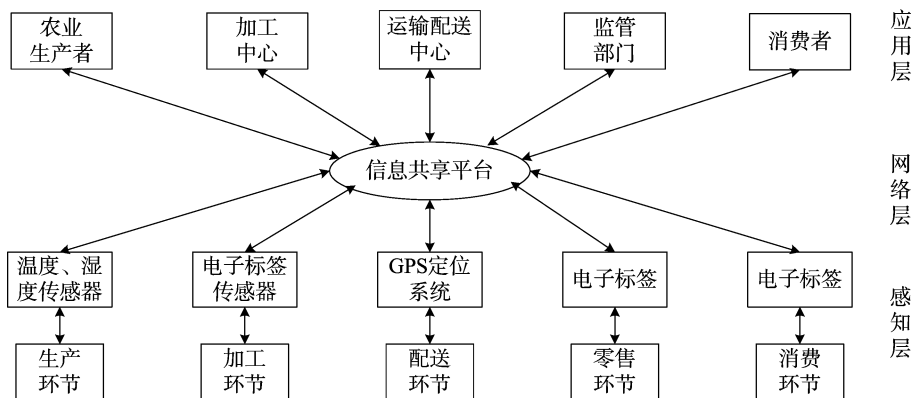


图1 农产品物联网体系架构

种风险识别方法,他们通过把基于价值的决策建模方法(value-focused thinking,简称VFT)和扩展事件驱动过程链方法(extended-event-driven process chain,简称e-EPC)整合起来,分析了利用这种方法如何进行风险识别,并给出了一个风险识别案例^[14]。VFPE通过把供应链运作流程和价值目标结合起来,使运营层面和战略层面达到整合,并以此为基础建立模型,从而评估整个供应链的表现。

2.1 基于VFPE方法的风险识别步骤

2.1.1 基于活动步骤的风险识别

为了确保所有活动都包括,无论组织或其他边界,供应链的过程模型用来生成完整的活动列表。利用e-EPC建模思想,构建活动步骤流程。在这个步骤中,风险被确定为功能目标,并纳入到供应链的目标结构。

2.1.2 基于目标的风险识别

这一步骤是独立于活动流程之外去识别风险,VFPE方法提供了结构框架,与传统的基于目标的风险识别方法是一致的。为了确保风险目标被考虑在内,本研把最小化农产品质量风险作为最上层的根本目标,再利用VFT的思想把上层风险目标进行分解。

2.1.3 风险目标的同步分解

步骤1和步骤2提供了将基于活动步骤的风险和基于目标的风险识别联系起来的机制,这一步将利用VFPE建模方法中的同步分解方法来完善风险识别。在基于活动步骤的工作流程模式的帮助下,使用步骤1中的风险目标创建功能性风险目标结构,为了将该结构与步骤2中描述的基于目标的风险联系起来,将步骤2中的风险目标进行功能分解,然后利用二进制数量矩阵分析这些风险之间的相互关系,从而建立一个风险目标结构图。

2.1.4 风险来源分类

根据e-EPC的资源分类法,每一个功能目标都有相关的影响因素,而每一个因素都有潜在的风险对其造成影响,该步骤就是为了挖掘出隐藏的风险事件。

2.2 构建农产品供应链功能风险目标的e-EPC模型

农产品供应链的活动流程可以分为农产品生产加工、农产品储运、农产品销售这3大流程。本研究基于农产品供应链的活动步骤,再根据e-EPC方法的建模思想,构建农产品供应链功能风险目标的e-EPC模型,如图2所示。

2.3 基于价值风险目标的识别

供应链质量风险包括实体产品质量和各环节服务质量^[15]。农产品整条供应链运作的最终目的是保证农产品的质量品质,这样才能保证在激烈的市场竞争中占据市场份额,

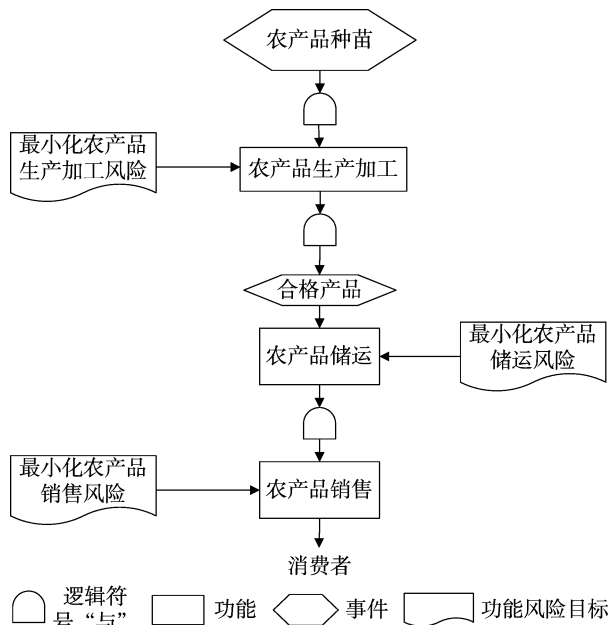


图2 农产品供应链功能风险目标的e-EPC模型

获得更多的购买力,以实现更多的利益。从供应链的管理、设备、技术等因素进行考虑,结合VFT的思想,把最小化农产品质量风险这一根本目标分解成最小化安全卫生风险、最小化营养价值风险、最小化感官品质风险这3个方面,如图3所示。

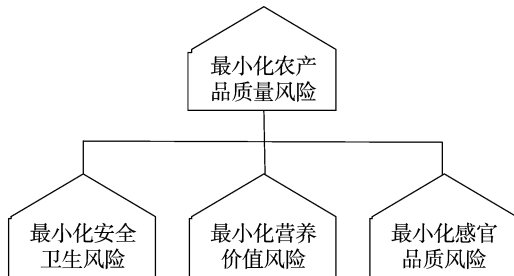


图3 农产品供应链质量风险目标

2.4 农产品供应链风险目标整合

如图4所示,把基于功能的风险和基于价值的风险联系起来。考虑利用二进制数量矩阵来进行分析。矩阵元素 A_{ij} 表示功能风险 i 对于价值风险 j 的影响程度,若 $A_{ij} = 1$ 则表示

影响程度很大,需要考虑,若为 0,则二者关联不大,可以不予考虑。

2.4.1 农产品生产加工 对于安全卫生风险,在农产品生产加工过程中,很多种植者为了无病虫害,追求高产量和好的品相,使用过量的化肥农药,残留的药物会严重影响农产品的安全质量。对于营养价值风险,如果购买了劣质假冒的作物种子,那么必然会影响农产品的生产。种植土壤的酸碱度、微量元素及 pH 值、环境的湿度、日照时长,甚至是空气质量都会对农产品的营养价值造成影响。对于感官品质风险,在用人工或者机械方法对农产品进行收获过程中,可能会被农用工具破坏作物表面,从而影响到感官品质。

2.4.2 农产品储运 对于安全卫生风险,在农产品储运过程中,一般不会对安全质量造成影响。对于营养价值风险,如果储运过程中由于温湿度等控制不足,会造成对温湿度敏感的

农作物有变质的风险;运输线路过长会对农产品的新鲜度造成影响,从而影响到营养价值。对于感官品质风险,运输路况太差的话,车辆的颠簸会造成农产品之间相互挤压,破坏感官品质。

2.4.3 农产品销售 对于安全卫生风险,销售环境的脏乱差会影响到农产品的卫生安全,没有达到国家标准要求的包装材料也会对安全卫生产生影响。对于营养价值风险,在销售环节,超市等零售方如果没有配备专业的保鲜设备,销售时间过长的话会降低农产品的新鲜度,影响作物的营养价值。对于感官品质风险,一般销售环节对感官品质影响较小。

根据图 4 所示的基于功能和价值的不同风险之间的关系矩阵,再结合图 2 所构建的功能风险目标的 e-EPC 模型,可以得到农产品供应链质量风险目标结构图,如图 5 所示。

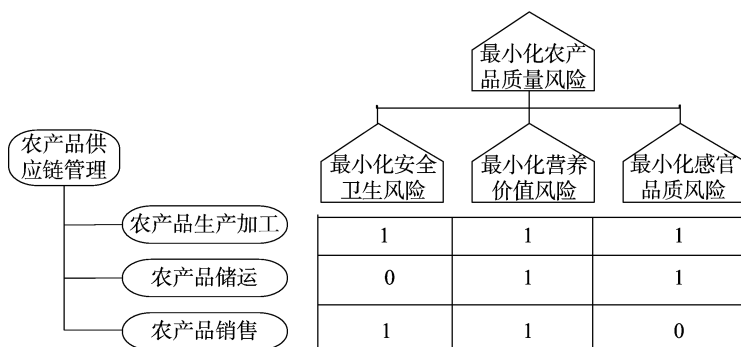


图4 农产品供应链流程的功能活动与质量风险目标的关系矩阵

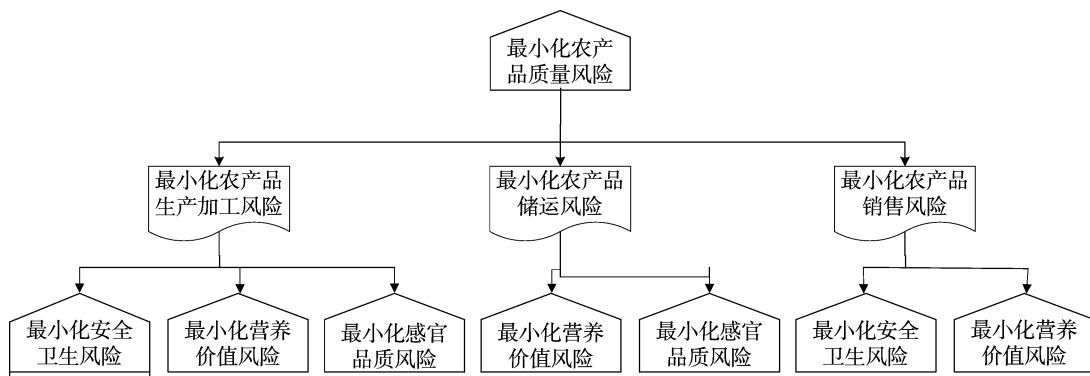


图5 农产品供应链质量风险目标结构

2.5 物联网环境下农产品供应链质量风险因素识别

以物联网环境下的农产品供应链为研究对象,根据之前构建的物联网环境下农产品供应链体系架构(图 1),从感知层、网络层、应用层这 3 个层次来对物联网环境下农产品供应链功能活动下隐藏的风险事件进行挖掘,同时,考虑到这 3 个层次之外的其他风险,再加入“其他层面”作为第 4 个层次。具体结果如图 6、图 7、图 8 所示。根据风险识别结果,构建物联网环境下“互联网+”农业的农产品供应链风险评估指标体系,如图 9 所示。

3 基于模糊层次分析法(fuzzy analytical hierarchy process, 简称 FAHP)的指标权重计算

物联网环境下“互联网+”农业的风险评估是一个复杂

的系统工程,建立正确且合适的风险评价指标体系是风险评估的第 1 步,因此,选取合适的评价方法至关重要。为了尽可能地减少主观因素的影响,本文选取基于三角模糊数的层次分析法来计算指标权重,具体过程如下:

第 1 步:构造模糊判断矩阵。通过 3 位专家对准则层因素的重要性进行两两比较,建立了 B 层各元素相对于总目标 A 的综合模糊判断矩阵,如表 1 所示。考虑到篇幅原因,指标层与准则层之间的具体计算步骤省略。

第 2 步:计算综合重要程度值。设 M 为实数集 R 上的一个三角模糊数, $M_{E_i}^j$ 为第 i 个对象满足目标的程度值,则第 k 层中第 i 个元素关于其他所有 j 元素相比较综合程度值为: $S_i^k = \sum_{j=1}^n M_{E_i}^j \otimes (\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_{E_i}^j)^{-1}$ 计算 B 层每个元素与其他元素相比较的

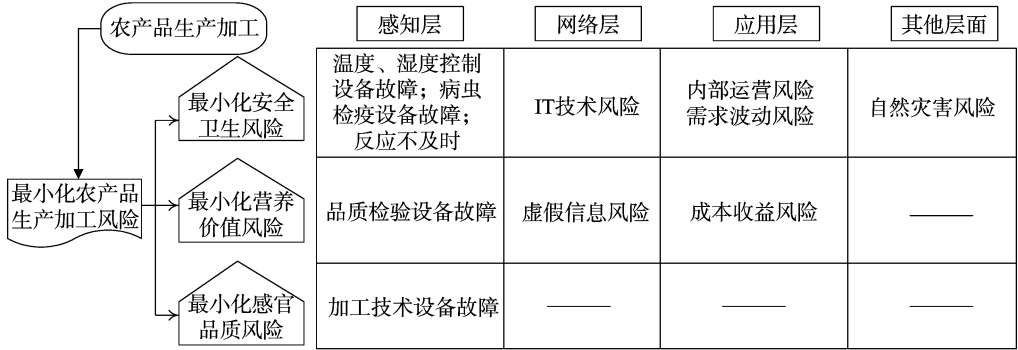


图6 农产品生产加工过程中潜在风险事件识别

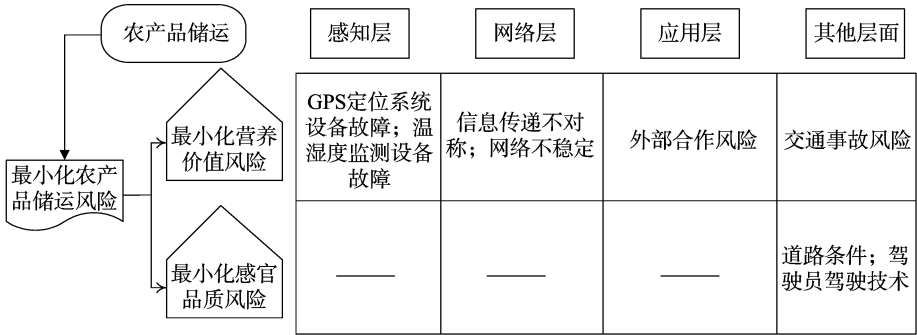


图7 农产品储运过程中潜在风险事件识别



图8 农产品销售过程中潜在风险事件识别

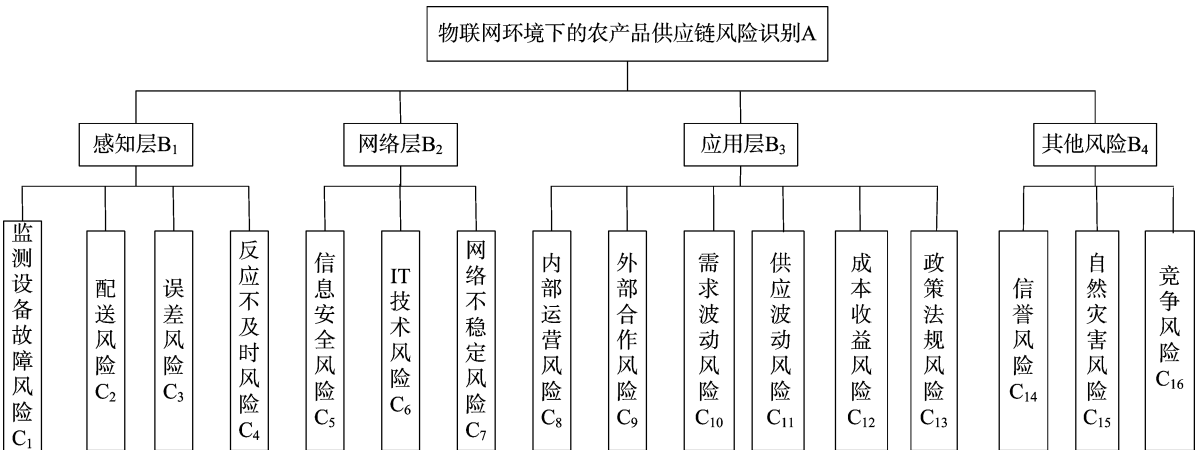


图9 物联网环境下的农产品供应链风险评估指标体系

表 1 $B_1 \sim B_4$ 对 A 的综合模糊判断矩阵

| A | B_1 | B_2 | B_3 | B_4 |
|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| B_1 | (1,1,1) | (0.47,0.67,1.47) | (0.79,1.17,2.08) | (0.63,1.17,1.61) |
| B_2 | (1.06,1.67,2.28) | (1,1,1) | (0.71,1.17,1.59) | (1.78,2.33,2.94) |
| B_3 | (0.69,1.17,1.67) | (0.84,1.17,1.82) | (1,1,1) | (1.07,1.50,1.89) |
| B_4 | (0.83,1.17,2.43) | (0.35,0.44,0.61) | (0.77,1.1,1.36) | (1,1,1) |

综合重要程度值:

$$S_1 = \sum_{j=1}^4 M_{E_i}^j \otimes \left(\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 M_{E_i}^j \right)^{-1} = (2.89, 4.01, 6.16) \otimes \left(\frac{1}{25.75}, \frac{1}{18.63}, \frac{1}{13.99} \right) = (0.11, 0.22, 0.44); S_2 = (0.18, 0.33, 0.56); S_3 = (0.14, 0.26, 0.46); S_4 = (0.11, 0.19, 0.39)。$$

第 3 步:层次单排序。

第 i 个元素比第 j 个元素更重要 ($S_i \geq S_j$) 的可能性程度记为 V , 则

$$V(S_1 \geq S_2) = \frac{0.18 - 0.44}{(0.22 - 0.44) - (0.33 - 0.18)} = 0.7;$$

$$V(S_1 \geq S_3) = 0.88; V(S_1 \geq S_4) = 1。$$

对于模糊判断矩阵,第 i 个元素 B_i 相对于其他各元素重要的可能性程度记为 $d'(B_i)$, 则

$$d'(B_1) = V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = \min(0.7, 0.88, 1) = 0.7 \text{ 同理, 可计算出: } d'(B_2) = 1, d'(B_3) = 0.8, d'(B_4) = 0.6。$$

由此得出 B 层相对于 A 层的特征向量为: $w' = (0.7, 1, 0.8, 0.6)$, 归一化后, 得到 B 层相对于 A 层的权重向量为 $W = (0.23, 0.32, 0.26, 0.19)$ 。同理, 可以计算出指标层 C 对准则层 B 中各元素的单排序。

第 4 步:层次总排序。可以计算出 16 个评价指标的权重值依次为 0.082 8, 0.089 7, 0.034 5, 0.023 0, 0.169 6, 0.086 4, 0.064 0, 0.062 4, 0.032 5, 0.035 1, 0.036 4, 0.046 8, 0.046 8, 0.095, 0.049 4, 0.045 6。

根据各个评价指标的权重值可以看出, 物联网环境下农产品供应链的主要风险因素为信息安全风险、信誉风险和配送风险, 其中信息安全风险排在了首位, 这与物联网技术中的计算机风险及网络稳定性相关, 可见物联网技术的引入, 使传统农产品供应链发生了风险变迁并产生了新的风险。

4 建议与结论

基于上述研究结果, 本研究对物联网环境下“互联网 +”农业的供应链风险控制提出以下几点建议: 一是加强信息平台建设, 未来农产品供应链之间的竞争, 比拼的是信息的流畅度, 加强对信息的来源、信息的流通进行审核, 建立审核机制; 二是提高自身信誉度, 针对供应链上下游的所有参与者, 严把准入标准, 选择优秀的、值得信赖的合作伙伴; 三是提升硬件基础设施服务, 对基础设施建设加大投入力度, 提升农产品的包装、仓储技术, 建立完善的配送网络, 提高配送效率。

本研究讨论了“互联网 +”环境下应用物联网技术给农产品供应链带来的风险问题, 建立了风险评价指标体系和评价模型。根据物联网技术下农产品供应链的特点, 本研究基于 VFPE 建模思想从感知层风险、网络层风险、应用层风险和

其他风险 4 个方面构建了基于物联网的农产品供应链风险评价指标体系, 并在此基础上, 提出利用基于三角模糊数的层次分析法对评价指标权重进行求解, 为物联网环境下农产品供应链的风险评估提供了指导。由于农产品物联网技术在我国还处于发展阶段, 各方面都不是很成熟, 缺乏相关的经验, 因此, 基于物联网的农产品供应链风险评价指标体系要随着技术的不断完善而做出进一步的改进。模糊综合评价法也具有一定的局限性, 还需要不断研究主观与客观、定性与定量相结合的评价方法。

参考文献:

- [1] 李国英. “互联网 +”背景下我国现代农业产业链及商业模式解构[J]. 农村经济, 2015(9): 29 - 33.
- [2] 韩俊德, 杜其光. 物联网技术在生鲜农产品配送中的应用[J]. 中国流通经济, 2015, 29(12): 54 - 60.
- [3] 李建伟. 物联网背景下农产品供应链的优化[J]. 河南农业科学, 2011, 40(8): 10 - 12.
- [4] 彭 剑, 肖华茂. 基于物联网技术的湖南省农产品供应链管理模型设计[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(15): 3687 - 3689.
- [5] 胡建森. 基于物联网技术的农产品供应链管理探究[J]. 农业经济, 2016(2): 142 - 144.
- [6] Jack G A J, van der Vorst. Product traceability in food - supply chains[J]. Accreditation and Quality Assurance, 2006, 11(1/2): 33 - 37.
- [7] 孙 旭, 杨印生, 郭鸿鹏. 近场通信物联网技术在农产品供应链信息系统中应用[J]. 农业工程学报, 2014, 30(19): 325 - 331.
- [8] 董玉德, 丁保勇, 张国伟, 等. 基于农产品供应链的质量安全可追溯系统[J]. 农业工程学报, 2016, 32(1): 280 - 285.
- [9] 陈秉恒, 钟涨宝. 基于物联网的农产品供应链安全监管问题研究[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2013(4): 49 - 55.
- [10] 刘 乔, 沈 欣, 孙 栩. 农产品供应链风险评价研究[J]. 农机化研究, 2011, 33(9): 32 - 35.
- [11] Lonsdale C. Effectively managing vertical supply relationships: a risk management model for outsourcing[J]. Supply Chain Management, 1999, 4(4): 176 - 183.
- [12] 徐 娟, 章德宾. 生鲜农产品供应链突发事件风险的评估模型[J]. 统计与决策, 2012(12): 41 - 43.
- [13] 颜 波, 石 平, 王凤玲. 基于 CVaR 的农产品供应链风险评估与控制[J]. 软科学, 2013, 27(10): 111 - 115.
- [14] Neiger D, Rotaru K, Churilov L. Supply chain risk identification with value - focused process engineering[J]. Journal of Operations Management, 2009, 27(2): 154 - 168.
- [15] 周荣辅, 朱超博. 基于解释结构模型的供应链质量形成影响因素研究[J]. 科技管理研究, 2012, 32(7): 93 - 98.