

程羽,李红.基于ROF模型的农产品供应链企业绩效评价[J].江苏农业科学,2021,49(1):202-208.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.01.037

基于 ROF 模型的农产品供应链企业绩效评价

程羽,李红

(新疆农业大学经济与贸易学院,新疆乌鲁木齐 830052)

摘要:在供应链物流的大环境下,绩效评价作为供应链管理的重要组成部分,对供应链企业内部结构优化、战略目标的选择具有重大意义。运用供应链评价模型——ROF 模型思想构建农产品供应链企业绩效评价指标体系,采用区间层次分析法(IAHP)得到各指标权重,引入模糊综合评价法(FCE)对农产品供应链案例企业绩效进行综合评分。结果表明,案例企业存在供应链成本居高不下、资金占用过高、仓储管理能力低下等问题,这与对该企业调研的实际情况相符合,进而验证了 ROF 评价模型及方法的合理性和可拓展性,为农产品供应链企业绩效评价提出理论与方法支持。

关键词:农产品供应链;绩效评价;ROF 模型;区间层次分析法;模糊综合

中图分类号: F253.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)01-0202-07

企业绩效评价是供应链管理的基础,尤其是关于供应链企业绩效评价体系并没有高效针对性的模型,常见的模型在评价农产品供应链绩效时均各有利弊,且存在一定的局限性,应根据绩效评价企业的实际情况以及所要求绩效评价的重点来选择相应的评价模型。同时,以农产品供应链为嵌入点,包括从农产品最初的种植到中间环节的加工、包装、冷链运输再到客户的消费等多个环节,农产品消费市场空间广阔。我国农产品市场交易规模在 2018 年已增长至 19 135 亿元,2019 年突破了 2 万亿元,并以每年 6% 以上的速度持续增长。农产品行业的线上市场渗透率呈逐年提升趋势,再加上居民消费水平的不断提高,我国农产品未来市场可提升空间非常大。但由此而来的问题也不断凸显,农产品易腐且时效性短,常因季节性难以保存,且在运输和装卸搬运过程中会因各种原因导致损坏,难以保值、增值。同时,上游过于松散、中游流通环节多、下游渠道有限等农产品供应链制约性问题更加明显。因此,迫切须要提高农产品供应链企业的绩效水平,进而有效解决现有的问题。在以往的研究中,众多专家学者提出过很多有关评价供应链绩效的相关模型并加以应用。其中,常见的评

价模型有平衡记分卡(BSC)模型,它将指标体系分为财务维度、客户维度、内部业务流程维度和学习与成长维度。贾鹏等依据 BSC 模型和可拓优度评价方法建立物流服务供应链绩效指标可拓优度评价模型^[1];蒋宏成等构建基于 BSC 的信用评价指标体系,利用案例并采用层次分析法(AHP 法)和多级模糊综合评价法对中小企业信用水平做出科学的评价^[2],BSC 模型旨在综合企业的各项指标并对其进行整体评价,从而改进企业的战略绩效。其不足之处在于无法提供任何关于未来发展的信息,也不能在未实现目标时给管理者提供有效的分析原因。还有供应链运作参考(SCOR)模型,可以将企业业务流程重组、绩效评估、标杆管理、最佳业务分析等概念集中到 1 个框架之内。李雪等综合运用 SCOR 模型的供应链流程构造思想和协同式供应链库存管理(CPFR)模型的协同供应链管理思想,实现跨境电子商务物流的供应链流程建模^[3];黄丽娟等基于 SCOR 模型优化方法,从供应链拓扑结构构建、物流模式选择、平台功能规划、绩效评价、政府作用 5 个方面对互联网环境下中国农产品供应链的构建策略提出建议^[4]。但是基于农产品供应链存在极大多数半链、断链的特殊情况以及衡量绩效的任务,以流程为中心的 SCOR 模型所构建的指标体系就显得覆盖面过于广泛,且无法全面真实获取调研数据。同时还有作业成本法(ABC)模型,作业成本法可以清楚明确地了解企业的财务数据,最重要的是可以了解企业的各个成本变化,劳梦倩采用理论分析、抽象分析相结合的方法,系统地将作业

收稿日期:2020-04-13

基金项目:国家自然科学基金地区项目(编号:71562033)。

作者简介:程羽(1994—),女,安徽凤台人,硕士研究生,主要从事应用经济学研究。E-mail:291895160@qq.com。

通信作者:李红,教授,博士生导师,主要从事农业经济管理、物流经济研究。E-mail:821986491@qq.com。

成本法同全面预算的编制、执行、控制、考核、分析等内容相协调^[5],其不足之处在于作业成本法并不仅为供应链服务,且数据收集耗费成本较大。

之后又有很多学者提出关于供应链模型新的研究思想,其中广泛认可的就有由 Benita 等在 1999 年提出的 ROF 模型,它将指标体系分成 3 个一级指标,即资源测度 (resources measures)、输出测度 (output measures)、柔性测度 (flexibility measurement)^[6],ROF 模型为供应链企业制定发展目标及战略,利用影响企业战略目标的关键因素建立供应链绩效评价模型。一般来说,该模型中资源测度包括库存水平、人力资源、设备利用、资本使用和成本等;输出测度包括客户响应、产出产品的质量、市场竞争等;柔性测度包括范围柔性和响应柔性。资源评价是企业能够高效发展生产的关键,输出评价必须处于较高的水准使供应链随时保持增值状态,柔性测度的评价则要求企业在复杂多变的市场环境中做到快速响应。3 种角度之间相互作

用,彼此平衡^[7]。本研究侧重于供应链管理企业绩效评价,因此根据 ROF 模型相关指标因素,结合农产品供应链企业绩效的具体测量面,创新性地构建出适合衡量资金流、物流和信息流的具体化指标体系进行评价,为企业制定战略性目标提供依据,完成农产品供应链企业互补性的联盟战略以及强化企业核心能力的目的。

1 基于 ROF 模型的评价指标体系构建及评价模型选择

1.1 基于 ROF 模型的评价指标的选取

本研究对农产品供应链企业进行绩效评价,主要评价供应链企业的资源、输出以及柔性,资源测度评价从资本投入、资产运营、供应链成本、供应链能力 4 个方面衡量;输出测度从资金收入、业务增长、资产增长、客户响应能力 4 个方面测量;柔性测度从范围柔性和响应柔性 2 个方面度量(表 1)。

表 1 农产品供应链绩效评价指标体系及权重

目标层	一级指标	二级指标	三级指标
农产品供应链绩效 U	资源测度 U_1 ($W_1 = 0.3017$)	资本投入 U_{11} ($W_{11} = 0.2736$)	成本费用利润率 U_{111} ($W_{111} = 0.7077$) 成本效能指数 U_{112} ($W_{112} = 0.2923$)
		资产运营 U_{12} ($W_{12} = 0.3842$)	总资产周转率 U_{121} ($W_{121} = 0.7802$) 库存周转率 U_{122} ($W_{122} = 0.2198$)
		供应链成本 U_{13} ($W_{13} = 0.2399$)	持有成本 U_{131} ($W_{131} = 0.7748$) 移动成本 U_{132} ($W_{132} = 0.2252$)
		供应链能力 U_{14} ($W_{14} = 0.1028$)	仓库利用率 U_{141} ($W_{141} = 0.3553$) 运输装卸损耗率 U_{142} ($W_{142} = 0.3948$) 市场响应能力 U_{143} ($W_{143} = 0.1480$) 信息准确率 U_{144} ($W_{144} = 0.1019$)
	输出测度 U_2 ($W_2 = 0.5864$)	资金收入 U_{21} ($W_{21} = 0.2728$)	销售利润率 U_{211} ($W_{211} = 0.5813$) 总资产报酬率 U_{212} ($W_{212} = 0.4187$)
		业务增长 U_{22} ($W_{22} = 0.4916$)	净利润增长率 U_{221} ($W_{221} = 0.5813$) 销售收入增长率 U_{222} ($W_{222} = 0.4187$)
		资产增长 U_{23} ($W_{23} = 0.1499$)	资产增长率 U_{231} ($W_{231} = 0.7748$) 固定资产周转率 U_{232} ($W_{232} = 0.2252$)
		客户响应能力 U_{24} ($W_{24} = 0.0857$)	准时交货率 U_{241} ($W_{241} = 0.5813$) 顾客投诉率 U_{242} ($W_{242} = 0.4187$)
	柔性测度 U_3 ($W_3 = 0.1119$)	范围柔性 U_{31} ($W_{31} = 0.4152$)	产品柔性 U_{311} ($W_{311} = 0.2249$) 数量柔性 U_{312} ($W_{312} = 0.7751$)
		响应柔性 U_{32} ($W_{32} = 0.5848$)	时间柔性 U_{321} ($W_{321} = 0.7077$) 物流服务柔性 U_{322} ($W_{322} = 0.2923$)

1.1.1 资源测度指标

1.1.1.1 资本投入 资本投入是资源输出阶段最

基本的衡量面,选取成本费用利润率和成本效能指数进行衡量。其中,企业一定时期内所形成的利润

总额与成本费用类科目总额的比值称为成本费用利润率,成本效能指数是企业衡量成本使用效果的基本指标。

1.1.1.2 资产运营 企业的资本运营是企业目前所持有的一切资产,通过流动、组合、优化配置等各种方式进行有效运营,使得资产得到最大化利用。选取总资产周转率和库存周转率来测量资产运营的质量,可以有效判断企业资产的收益能力以及财产安全,有利于企业做出正确的投资决策。

1.1.1.3 供应链成本 在供应链条上开展各项业务活动须要消耗劳动成本产生费用。由于供应链企业对于成本的分类种类复杂,本研究将供应链成本分为持有成本和移动成本。其中,持有成本包括存货成本、订货成本以及缺货成本;运输成本和装卸搬运成本则属于企业的移动成本。

1.1.1.4 供应链能力 在现有的供应链企业系统内部,依靠现有设备的条件,供应链能力可以满足供应链系统对物流服务的需求,它分为物流要素能力和物流运作能力。在建立的体系中,指标侧重于衡量供应链物流的客观能力和主观能力,因此选取仓库利用率、运输装卸损耗率、市场响应力、信息准确率 4 个指标。

1.1.2 输出测度指标

1.1.2.1 资金收入 资金收入是企业得以正常运行的主要资金来源。本研究选择销售利润率和总资产报酬率,测量企业一段时间内销售收入的收益水平,可以有效反映企业的获利能力和投入产出情况。

1.1.2.2 业务增长 对供应链企业而言,主营业务的增长并不能代表整体的财务与发展状况。因此从利润入手采用净利润增长率,净利润的增长反映企业的发展能力,同时也可以预估企业的市场竞争力。本研究还选取销售收入增长率,其可以反映企业的盈利增长趋向,为企业的生存和发展提供参考。

1.1.2.3 资产增长 企业的资产是取得收入的前提条件,也是企业可按期偿还债务的保障,资产的稳定增长也保障了企业的长远发展。本研究选取资产增长率和固定资产周转率 2 个指标,资产增长率是企业年末总资产的增长额同年初资产总额之比,可以分析企业一定时期内资产的积累能力。固定资产周转率是反映企业固定资产周转情况的指标,可以测量固定资产的利用效率。

1.1.2.4 客户响应能力 企业想要获得持续的竞争优势,就必须持续地对顾客进行监测并快速有效

地对客户需求变化作出响应。而企业的客户响应能力是指企业对顾客变化的及时响应,并通过有效行动满足客户需求的能力。对于供应链企业来说,客户响应能力对于衡量企业绩效尤为重要,因此选取准时交货率和顾客抱怨率做为输出测度。

1.1.3 柔性测度指标

1.1.3.1 范围柔性 供应链柔性就是供应链为了应对不确定的环境所产生的快速响应能力,是系统处理变化的不定性的能力。范围柔性是供应链运营可改变的程度,本研究选用产品柔性和数量柔性指标,产品柔性是新产品种类数占种类总数的比重,数量柔性为处理紧急订单数量与客户提出紧急订单数量的比重。

1.1.3.2 响应柔性 因企业经营调整,使得时间和服务水平调整的自如度就是响应柔性。供应链柔性对于需方而言,代表对未来变化的预期。对于供方而言,它是对自身所能承受的需求波动的估计。因此时间柔性和物流服务柔性 2 个指标可以有效衡量供应链响应柔性,时间柔性即从接到顾客需求到满足顾客需求所需的时间;物流服务柔性则是供应链提供服务的种类数与顾客需求的物流服务种类数的比值。

1.2 农产品供应链绩效评价模型

1.2.1 确定指标权重——区间层次分析法 区间层次分析法(interval analytic hierarchy process, IAHP)是层次分析法(AHP)的延伸与改进。IAHP采用九级标度法,即若评价者不能完全确定该因素相对于总目标是不重要还是稍微重要时,选取区间数(2,3)判定评分,这显然比直接赋予 1 个数值更加合理。当区间数上下界相同时,区间数就退化为 1 个点,即层次分析法中的判断矩阵。与层次分析法相比,区间层次分析法使用区间数来代替层次分析法中的点值,构造区间判断矩阵,相对可以更加直观地计算多目标决策中各区间的权重。

根据建立的绩效评价指标体系,选取 10~12 名各企业农产品供应链高层管理人员及农产品供应链方面的专家评分。由于审视主体的角度不同,不同类别的专家在确定指标权重时会有不同的结果。给出的指标权重处于一个实数区间,采用区间层次分析法计算农产品供应链绩效综合评价的区间数权重。

IAHP 法计算权重的具体步骤如下:首先假设 $A = (A_{ij})_{m \times n}$ 为区间矩阵, $A_{ij} = [a_{ij}^-, a_{ij}^+]$, 满足 $A_{ik} = A_{ij} A_{jk}$, $i, j, k = 1, \dots, n$, $a_{ij} = [a_{ij}^-, a_{ij}^+]$, 记 $A^- =$

$(a_{ij}^-)_{m \times n}, \mathbf{A}^+ = (a_{ij}^+)_{m \times n}$, 并且 $A = [a^-, a^+]$, 同样对区间向量 $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, 其中 $x_i = [x_i^-, x_i^+]$, 记 $\mathbf{x}^- = (x_1^-, x_2^-, \dots, x_n^-)^T$, 并且 $\mathbf{x} = [\mathbf{x}^-, \mathbf{x}^+]$ 。然后计算 $\mathbf{A}^-, \mathbf{A}^+$ 对应的最大特征值 λ^-, λ^+ , 得出特征向量 $\mathbf{x}^-, \mathbf{x}^+$ 。根据公式(1)、公式(2)计算 $k, m, \mathbf{W} = [k\mathbf{x}^-, m\mathbf{x}^+] = \boldsymbol{\alpha} = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ 。其中

$$k = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^+}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^-}}}; \quad (1)$$

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^-}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^+}}}. \quad (2)$$

最后归一化处理得到权重向量:

$$\bar{\mathbf{W}} = \frac{1}{2}(k\mathbf{x}^- + m\mathbf{x}^+); \quad (3)$$

一致性检验方法取

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{2}(\lambda^- + \lambda^+); \quad (4)$$

先计算一致性指标

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}; \quad (5)$$

再计算随机一致性比率: $CR = \frac{CI}{RI}$ 。 (6)

式中: RI 为平均随机一致性指标, 取值如表 2 所示。当 $CR < 0.1$ 时, 则认为矩阵一致性满足要求。表 2 修改入正文中。

表 2 平均随机一致性指标 RI

n	RI
1	0.00
2	0.00
3	0.52
4	0.89
5	1.12
6	1.26
7	1.36
8	1.41
9	1.46

1.2.2 确定绩效评价综合等级——模糊综合评价法 模糊综合评价法(FCE)是一种基于模糊数学的将边界较模糊且不易严格核算的指标量化的评价算法, 它能够有效处理专家在指标权重确定过程中的不确定性问题, 与区间层次法相辅相成。因为模糊综合评价法的结果是明确且可分析的, 所以也可以有效解决定性评价指标的量化问题^[8]。

FCE 的主要步骤: 首先, 确定被评判的综合评

价指标集与评价等级集; 其次, 确定它们的隶属度向量, 获得模糊评判矩阵 \mathbf{U} ; 最后, 根据区间层次分析法得到的各个指标的权重, 运用模糊综合评价法计算绩效评价结果向量, 并计算其与评价等级的乘积, 把指标权向量与模糊评判矩阵进行模糊运算得到模糊综合评价。

2 实证分析

新疆天顺供应链股份有限公司(TS 股份)位于丝绸之路的核心区域, 是国家 AAAA 级物流和供应链管理企业。TS 股份以科技为支撑, 大力推进冷链物流信息化、标准化和集约化建设, 积极打造地区特色农产品供应链冷链物流体系, 重点建设果蔬、肉类、水产品等冷藏冷冻类农产品冷链物流基地。目前, TS 股份的农产品销量及仓储业务均在市场处于领先地位, 市场占有率较高, 深受新老客户信赖。因此, 农产品供应链所需数据通过专家咨询、实地行业调查并发放问卷等方式获得, 并对 TS 股份的农产品供应链绩效水平进行评价。

将农产品供应链绩效评价体系中的各指标评价结果分为优、良、中、低、差 5 个等级。5 分表示优, 依次递减, 1 分表示差。则评价集 $\mathbf{T} = \{T_1, T_2, \dots, T_5\} = \{\text{优, 良, 中, 低, 差}\} = \{5, 4, 3, 2, 1\}$ 。通过问卷数据整理统计, 对 TS 股份 2018 年经审计的年度报告相关数据进行整理, 并依据实地调研情况了解相关资讯, 邀请 12 名各企业农产品供应链高层管理人员及农产品供应链方面的专家按照指标体系的明细指标优劣进行评判, 并计算得到隶属度评价集, 12 位专家选择优、良、中、低、差 5 个层级的人数及隶属度, 结果见表 3。

2.1 确立模糊矩阵

因素集 \mathbf{A} 分为 3 层: 第 1 层为 $\mathbf{A} = \{U_1, U_2, U_3\}$ 。第 2 层为 $\mathbf{U}_1 = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14}\}; \mathbf{U}_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}, U_{24}\}; \mathbf{U}_3 = \{U_{31}, U_{32}\}$ 。第 3 层为 $\mathbf{U}_{11} = \{U_{111}, U_{112}\}; \mathbf{U}_{12} = \{U_{121}, U_{122}\}; \mathbf{U}_{13} = \{U_{131}, U_{132}\}; \mathbf{U}_{14} = \{U_{141}, U_{142}, U_{143}, U_{144}\}; \mathbf{U}_{21} = \{U_{211}, U_{212}\}; \mathbf{U}_{22} = \{U_{221}, U_{222}\}; \mathbf{U}_{23} = \{U_{231}, U_{232}\}; \mathbf{U}_{24} = \{U_{241}, U_{242}\}; \mathbf{U}_{31} = \{U_{311}, U_{312}\}; \mathbf{U}_{32} = \{U_{321}, U_{322}\}$ 。

2.2 确定指标权重

根据建立的绩效评价指标体系, 同样邀请上述 12 名各企业农产品供应链高层管理人员及农产品供应链方面的专家评分。由于审视主体的角度不同, 不同类别的专家在确定指标权重时会有不同的

表 3 TS 股份农产品供应链绩效各指标因素评分及隶属度统计结果

衡量指标	选择各等级的专家数(名)					隶属度评价集
	优	良	中	低	差	
成本费用利润率 U_{111}	3	4	5	0	0	(0.25,0.33,0.42,0.00,0.00)
成本效能指数 U_{112}	2	6	3	1	0	(0.17,0.50,0.25,0.08,0.00)
总资产周转率 U_{121}	2	7	3	0	0	(0.17,0.58,0.25,0.00,0.00)
库存周转率 U_{122}	0	5	6	0	1	(0.00,0.42,0.50,0.00,0.08)
持有成本 U_{131}	5	4	3	0	0	(0.42,0.33,0.25,0.00,0.00)
移动成本 U_{132}	6	5	1	0	0	(0.50,0.42,0.08,0.00,0.00)
仓库利用率 U_{141}	1	2	4	3	2	(0.08,0.17,0.33,0.25,0.17)
运输装卸损耗率 U_{142}	7	3	2	0	0	(0.58,0.25,0.17,0.00,0.00)
市场响应能力 U_{143}	8	2	1	1	0	(0.67,0.17,0.08,0.08,0.00)
信息准确率 U_{144}	3	4	4	0	1	(0.25,0.33,0.33,0.00,0.08)
销售利润率 U_{211}	3	3	5	1	0	(0.25,0.25,0.42,0.08,0.00)
总资产报酬率 U_{212}	0	1	6	4	1	(0.00,0.08,0.50,0.33,0.08)
净利润增长率 U_{221}	1	3	6	2	0	(0.08,0.25,0.50,0.17,0.00)
销售收入增长率 U_{222}	4	3	3	0	2	(0.33,0.25,0.25,0.00,0.17)
资产增长率 Asset U_{231}	0	2	5	4	1	(0.00,0.17,0.42,0.33,0.08)
固定资产周转率 U_{232}	2	5	3	1	1	(0.17,0.42,0.25,0.08,0.08)
准时交货率 U_{241}	8	2	0	2	0	(0.67,0.17,0.00,0.17,0.00)
顾客投诉率 U_{242}	3	5	0	2	2	(0.25,0.42,0.00,0.17,0.17)
产品柔性 U_{311}	2	2	5	3	0	(0.17,0.17,0.42,0.25,0.00)
数量柔性 U_{312}	2	6	4	0	0	(0.17,0.50,0.33,0.00,0.00)
时间柔性 U_{321}	5	5	0	2	0	(0.42,0.42,0.00,0.17,0.00)
物流服务柔性 U_{322}	3	7	2	0	0	(0.25,0.58,0.17,0.00,0.00)

结果。给出的指标权重处于一个实数区间,采用区间层次分析法计算农产品供应链绩效综合评价的区间数权重。根据区间层次分析法的基本原理和具体步骤,建立基于 ROF 模型的农产品供应链绩效评价一级指标和二级指标区间数判断矩阵。本研究采用常见的 1~9 及其倒数的标度方法。标度含义如下:1 表示 A_i 与 A_j 同样重要;3 表示 A_i 比 A_j 稍微重要;5 表示 A_i 比 A_j 明显重要;7 表示 A_i 比 A_j 重要得多;9 表示 A_i 比 A_j 极端重要;而 2、4、6、8 为上述相邻判断的中值。在 IAHP 中,将专家两两比较的标度结果表示为区间数 $[1,2]$ 。由于篇幅限制,仅给出一级指标中资源测度的区间原始数据并根据数据进行计算(表 4)。

表 4 一级评价指标资源测度的区间数判断矩阵

二级指标	资本投入	资产运营	供应链成本	供应链能力
资本投入	(1,1)	(1/2,1)	(1,1)	(3,4)
资产运营	(1,2)	(1,1)	(2,3)	(2,3)
供应链成本	(1,1)	(1/3,1/2)	(1,1)	(3,4)
供应链能力	(1/4,1/3)	(1/3,1/2)	(1/4,1/3)	(1,1)

按照 IAHP 的具体步骤,以一级指标(表 3)资源测度 U_1 为例,其判断矩阵如下

$$A^- = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1/4 & 1 \end{bmatrix};$$

$$A^+ = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 4 \\ 2 & 1 & 3 & 3 \\ 1 & 1/2 & 1 & 4 \\ 1/3 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}。$$

利用 R 语言程序,输入相关数值,计算 A^- 、 A^+ 对应的归一化特征向量 x^- 、 x^+ 。并进行一致性检验,依据运算结果, A_1^- 的归一化特征向量为 $x_1^- = (0.2768, 0.3655, 0.2575, 0.1002)$ 。同理, A_1^+ 归一化特征向量为 $x_1^+ = (0.2712, 0.4018, 0.2296, 0.0974)$,根据公式(1)、公式(2)可知 $k = 0.9324$, $m = 1.0399$,符合 $0 \leq k \leq 1 \leq m$,即 A 的一致性较好,且通过公式(4)、公式(5)、公式(6)计算可知 $\lambda = 4.2177$, $CI = 0.0726$, $CR = 0.08 < 0.01$,符合一致性检验。进一步可得到农产品供应链综合评价指

标体系中一级指标的权重向量 $W_1 = (0.273\ 6, 0.384\ 2, 0.239\ 9, 0.102\ 8)$, 同理可得其余各级指标的权重, 也均进行一致性检验并通过, 各指标权重见表 1。

2.3 分层次综合评价

先根据表 2 构建模糊评价矩阵模型。

$$U_{11} = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.33 & 0.42 & 0.00 & 0.00 \\ 0.17 & 0.50 & 0.25 & 0.08 & 0.00 \end{bmatrix};$$

$$U_{12} = \begin{bmatrix} 0.17 & 0.58 & 0.25 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.42 & 0.50 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix};$$

$$U_{13} = \begin{bmatrix} 0.42 & 0.33 & 0.25 & 0.00 & 0.00 \\ 0.50 & 0.42 & 0.08 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix};$$

$$U_{14} = \begin{bmatrix} 0.08 & 0.17 & 0.33 & 0.25 & 0.17 \\ 0.58 & 0.25 & 0.17 & 0.00 & 0.00 \\ 0.67 & 0.17 & 0.08 & 0.08 & 0.00 \\ 0.25 & 0.33 & 0.33 & 0.00 & 0.08 \end{bmatrix};$$

$$U_{21} = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.2 & 0.42 & 0.08 & 0.00 \\ 0.00 & 0.08 & 0.50 & 0.33 & 0.08 \end{bmatrix};$$

$$U_{22} = \begin{bmatrix} 0.08 & 0.25 & 0.50 & 0.17 & 0.00 \\ 0.33 & 0.25 & 0.25 & 0.00 & 0.17 \end{bmatrix};$$

$$U_{23} = \begin{bmatrix} 0.00 & 0.17 & 0.42 & 0.33 & 0.08 \\ 0.17 & 0.42 & 0.25 & 0.08 & 0.08 \end{bmatrix};$$

$$U_{24} = \begin{bmatrix} 0.67 & 0.17 & 0.00 & 0.17 & 0.00 \\ 0.25 & 0.42 & 0.00 & 0.17 & 0.17 \end{bmatrix};$$

$$U_{31} = \begin{bmatrix} 0.17 & 0.1 & 0.42 & 0.25 & 0.00 \\ 0.17 & 0.50 & 0.33 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix};$$

$$U_{32} = \begin{bmatrix} 0.42 & 0.42 & 0.00 & 0.17 & 0.00 \\ 0.25 & 0.5 & 0.17 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix}。$$

设指标 U 的评价结果向量记为 B , 评分标准记为 T , 评价结果记为 Z , 则有下列结果。

由 $W_{11} = (0.707\ 7, 0.292\ 3)$ 得资本投入 U_{11} 评价向量 $B_{11} = W_{11} \times U_{11} = (0.226\ 6, 0.379\ 7, 0.370\ 3, 0.023\ 4, 0.000\ 0)$ 。同理可得 $B_{12} = (0.132\ 6, 0.544\ 8, 0.305\ 0, 0.000\ 0, 0.000\ 0)$, $B_{13} = (0.438\ 0, 0.350\ 3, 0.211\ 7, 0.000\ 0, 0.000\ 0)$, $B_{14} = (0.382\ 0, 0.217\ 9, 0.229\ 8, 0.100\ 7, 0.068\ 6)$; $B_{21} = (0.145\ 3, 0.178\ 8, 0.453\ 5, 0.184\ 7, 0.033\ 5)$, $B_{22} = (0.184\ 7, 0.250\ 0, 0.395\ 3, 0.098\ 8, 0.071\ 2)$, $B_{23} = (0.038\ 3, 0.226\ 3, 0.381\ 7, 0.273\ 7, 0.080\ 0)$, $B_{24} = (0.509\ 9, 0.301\ 1, 0.000\ 0, 0.180\ 7, 0.081\ 9)$; $B_{31} = (0.170\ 0, 0.425\ 8, 0.350\ 2, 0.056\ 2, 0.000\ 0)$, $B_{32} = (0.370\ 6, 0.467\ 3, 0.049\ 9,$

$0.120\ 3, 0.000\ 0)$ 。

由此可得 U_1 、 U_2 、 U_3 的模糊矩阵:

$$U_1 = \begin{bmatrix} 0.226\ 6 & 0.379\ 7 & 0.370\ 3 & 0.023\ 4 & 0.000\ 0 \\ 0.132\ 6 & 0.544\ 8 & 0.305\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 \\ 0.438\ 0 & 0.350\ 2 & 0.211\ 7 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 \\ 0.382\ 0 & 0.217\ 9 & 0.229\ 8 & 0.100\ 7 & 0.068\ 6 \end{bmatrix};$$

$$U_2 = \begin{bmatrix} 0.145\ 3 & 0.178\ 8 & 0.452\ 5 & 0.184\ 7 & 0.033\ 5 \\ 0.184\ 7 & 0.250\ 0 & 0.395\ 3 & 0.098\ 9 & 0.071\ 2 \\ 0.038\ 3 & 0.226\ 3 & 0.381\ 7 & 0.273\ 7 & 0.080\ 0 \\ 0.509\ 9 & 0.301\ 0 & 0.000\ 0 & 0.180\ 7 & 0.081\ 7 \end{bmatrix};$$

$$U_3 = \begin{bmatrix} 0.170\ 0 & 0.425\ 8 & 0.360\ 2 & 0.056\ 2 & 0.000\ 0 \\ 0.370\ 3 & 0.466\ 8 & 0.048\ 7 & 0.120\ 3 & 0.000\ 0 \end{bmatrix}。$$

再由 $W_1 = (0.273\ 6, 0.384\ 2, 0.239\ 9, 0.102\ 8)$ 得“资源测度 U_1 ”评价向量

$$B_1 = (0.257\ 3, 0.419\ 6, 0.292\ 9, 0.016\ 8, 0.007\ 1);$$

由 $W_2 = (0.272\ 8, 0.491\ 6, 0.149\ 9, 0.085\ 7)$

得“输出测度 U_2 ”评价向量

$$B_2 = (0.179\ 9, 0.231\ 4, 0.375\ 3, 0.155\ 5, 0.0631);$$

由 $W_3 = (0.4152, 0.5848)$ 得“柔性测度 U_3 ”评价向量

$$B_3 = (0.287\ 3, 0.449\ 8, 0.173\ 9, 0.093\ 7, 0.000\ 0)。$$

最后得到 U_1 、 U_2 、 U_3 总矩阵为

$$U = \begin{bmatrix} 0.257\ 3 & 0.419\ 6 & 0.292\ 9 & 0.016\ 8 & 0.070\ 5 \\ 0.179\ 9 & 0.231\ 4 & 0.375\ 3 & 0.155\ 6 & 0.063\ 1 \\ 0.287\ 1 & 0.449\ 8 & 0.173\ 9 & 0.093\ 7 & 0.000\ 0 \end{bmatrix}。$$

最终由 $W = (0.301\ 7, 0.586\ 4, 0.111\ 9)$ 可以得到 TS 股份农产品供应链绩效评价向量 $B = (0.215\ 3, 0.312\ 6, 0.327\ 9, 0.106\ 7, 0.058\ 3)$ 。

$$Z = B \times T^T = (0.215\ 3, 0.312\ 6, 0.327\ 9,$$

$$0.106\ 7, 0.058\ 3) \times \begin{bmatrix} 5 \\ 4 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} = 3.563\ 1。$$

根据评价标准, TS 股份农产品供应链绩效最终评价得分为 3.563 1, 可见供应链绩效综合评价为中等水平。为了更准确地分析该农产品供应链的绩效, 可分别计算出各个层次的绩效评分。ROF 模型中 3 个测度的得分差距不大, 资源测度、输出测度、柔性测度分别为 3.947 7、3.325 1、3.944 8 分, 但各测度的中的二级指标差异明显。其中, 资源测度中资本投入得分 3.809 5 分, 资产运营得分 3.757 2 分, 供应链成本、供应链能力指标得分分别为

4.226 3、3.741 0分。输出测度中,资金收入得分为3.205 1分,业务增长得分为3.378 2分,资产增长、客户响应能力得分分别为2.869 2、4.197 2分。最后的柔性测度中,2个二级指标的得分为3.716 2、4.112 5分。

2.4 评价结果分析

根据ROF模型,资源测度、输出测度、柔性测度的综合评价得分均约为3.4分,表示基于ROF模型的农产品物流绩效3个层面相差不大,均处于中等和良好之间。

2.4.1 资源测度分析 二级指标中的资产运营和供应链成本属于良好以上且接近优的水平,资本投入和供应链能力则处于良好状态。由于供应链能力的运行效果一般,在供应链相关环节中造成损耗产品的成本增加,且对库存管理方面缺乏规划,不利于供应链协调发展。

2.4.2 输出测度分析 资金收入处于相对较好的水平,但是资产增长却未有良好的表现,说明企业的预期收益率在降低,不能保持资产稳定增长且固定资产大量平均余额高,存在大量资金占用,尤其是农产品供应链企业应具有良好的仓储管理能力,提高其利用效率,尤其要提高冷链物流和冷链仓储的需求量。

2.4.3 柔性测度分析 整体权重虽然较小,但它可以衡量供应链系统处理变化的不定性能力,从评分可以看出响应柔性趋于优秀水平,说明该农产品供应链企业对于顾客需求的信息具有高度的响应力,且时间和成本调整的自如度较高。

总体评价结果是为供应链企业服务的,它可以科学有效地寻找出农产品供应链企业中所存在的内部问题。供应链管理者针对企业在农产品供应链物流中欠缺的方面提供良好的解决计划和决策方向,以保证供应链的高效运作,从而实现整个农产品供应链的长远可持续发展。

3 结论与建议

供应链企业绩效评价是供应链运作管理的重要部分。本研究根据农产品供应链企业的特殊性,选择以资源测度、输出测度和柔性测度为准则层的ROF模型,并根据农产品供应链的特殊需求建立企

业绩效指标评价体系,运用区间层次分析法确定指标权重,在一定程度上克服了层次分析法过于主观的局限性,再利用模糊综合评价方法计算出各指标的绩效评测得分。评价结果说明该企业存在供应链成本居高不下、资金占用过高、仓储管理能力低下等问题,与对该企业调研的实际情况相符,也证明了该评价模型的实用性和参考价值。

因此,农产品供应链企业应建立适合本地区发展的物流模式,通过需求预测、销售及生产计划、仓库原料管理、采购管理完善物流模式;要制定合理的库存运输等合理的操作规范,实施对各环节的监督并对工作人员进行定期培训,以此来降低企业仓储和装卸运输的损失率;同时,要建立健全农产品供应链物流企业的内部产品生产管理制度,把标准化、规范化深入到整个供应链的各个环节;利用准确完备的客户和相关企业的信息,实现快速、有效的供需关系协调,从而改进企业的信息化管理现状。从内部改善整个供应链条的经济效益和整体效益,减少供应链条中始终存在断链半链的状况,消除系统内部各要素之间的束缚,实现对资金流、物流、信息流的“三流”整合。

参考文献:

- [1]贾鹏,董洁.基于BSC的物流服务供应链绩效指标可拓优度评价[J].统计与决策,2018(3):44-48.
- [2]蒋宏成,刘昱,马晶.基于BSC的中小企业信用多级模糊综合评价[J].财会通讯,2016(11):56-58.
- [3]李雪,薛晓芳,李晓智.基于SCOR和CPFR的跨境电子商务物流协同发展研究[J].价格月刊,2016(3):59-63.
- [4]黄丽娟,黄小军.互联网环境下基于SCOR模型的中国农产品供应链构建策略[J].广州大学学报(社会科学版),2015,14(7):61-66.
- [5]劳梦倩.作业成本法融入企业全面预算管理研究[J].东南大学学报(哲学社会科学版),2019,21(增刊2):118-123.
- [6]Beamon B M. Measuring supply chain performance[J]. International Journal of Operations and Production Management, 1999, 19(3): 275-292.
- [7]张学龙.精敏供应链绩效评估决策模型研究[J].软科学,2013,27(6):129-134,144.
- [8]张铎,曹武军.中国对外贸易跨境电商物流的模式分类与风险评价——基于模糊层次分析的实证研究[J].河南师范大学学报(哲学社会科学版),2019,46(5):53-59.