

2021

Research on green evaluation of manufacturing supply chain of cashmere textile industry

Xiao-hu CHENG

School of Economic and Management, Harbin University of Science and Technology, China

Xiao-guang LOU

School of Economic and Management, Harbin University of Science and Technology, China

Follow this and additional works at: <https://jstm.researchcommons.org/journal>

Recommended Citation

CHENG, Xiao-hu and LOU, Xiao-guang (2021) "Research on green evaluation of manufacturing supply chain of cashmere textile industry," *Journal of Science and Technology Management*: Vol. 23: Iss. 4, Article 10.

DOI: 10.16315/j.stm.2021.04.010

Available at: <https://jstm.researchcommons.org/journal/vol23/iss4/10>

This Sci-tech Management and Performance Evaluation is brought to you for free and open access by Journal of Science and Technology Management. It has been accepted for inclusion in Journal of Science and Technology Management by an authorized editor of Journal of Science and Technology Management.

Creative Commons License



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-No Derivative Works 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

羊绒纺织业制造供应链绿色化评价研究

程晓虎, 罗晓光

(哈尔滨理工大学 经济与管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要:为实现羊绒产品全过程的绿色供应链管理,有必要对羊绒纺织业制造供应链的绿色化程度进行评价。通过对羊绒纺织业制造供应链各阶段对环境的影响及绿色化途径的分析,针对供应链不同阶段的特点开发了基于实现绿色化的手段和绿色化可能实现的环境绩效的羊绒纺织业制造供应链绿色化评价指标体系。根据指标的特点设计了基于三角白化权函数的灰色聚类评估模型的对羊绒纺织业制造供应链整体绿色化程度评价模型,同时基于系统协同度模型设计了评价羊绒纺织业制造供应链各阶段绿色化协同程度的评价方法。特定评价指标的开发与协同度评价的提出有助于提高供应链绿色化评价的准确性并可以为绿色供应链管理决策提供更丰富的信息支持。

关键词:制造供应链;绿色化制造;绿色化评价;羊绒产品

DOI:10.16315/j.stm.2021.04.010

中图分类号:F 270 **文献标志码:**A

Research on green evaluation of manufacturing supply chain of cashmere textile industry

CHENG Xiao-hu, LOU Xiao-guang

(School of Economic and Management, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

Abstract: In order to realize the full process green management of manufacturing supply chain of cashmere products, it is necessary to evaluate the green degree of cashmere textile manufacturing supply chain. Through the analysis of the environmental impact of greening on cashmere textile manufacturing supply chain and the way of greening in every stage of the supply chain, the evaluation index system is developed based on the characteristics of different stages of supply chain, the means of realizing green and the possible environmental performance of greening. According to the characteristics of the index, a grey clustering evaluation model based on triangular whitenization weight function is designed to evaluate the overall green degree of cashmere textile manufacturing supply chain. At the same time, based on the system synergy model, the evaluation method of green synergy in each stage of cashmere textile manufacturing supply chain is designed. The development of specific evaluation indicators and the proposal of synergy evaluation are helpful to improve the accuracy of green evaluation of supply chain and provide more information support for green supply chain management decision.

Keywords: manufacturing supply chain; green manufacturing; green evaluation; cashmere products

我国是羊绒资源和加工大国,羊绒资源占世界总产量70%以上,2018年我国羊绒产量为15 437.76 t,

出口量达3 207.6万t,出口总额15.72亿元,羊绒加工量约占全球的90%左右。出口的羊绒产品主要包括羊绒原料(原绒和无毛绒)、羊绒半成品(各种羊绒纱线)和羊绒制成品(羊绒机织物、羊绒衫和羊绒围巾等),产品出口到世界的40多个国家和地区。

收稿日期:2021-01-02

基金项目:工信部2018绿色制造系统集成项目。

作者简介:程晓虎(1979—),男,硕士研究生;

罗晓光(1959—),男,教授,博士。

虽然我国已形成完整的羊绒产业链,但由于羊绒行业准入门槛较低,羊绒加工企业遍地开花,大而全、小而全的同质化现象普遍存在;产业结构不合理,产业集中度低,缺乏品牌优势,我国羊绒产业没有呈现出羊绒的高价值,羊绒行业整体仍处于国际羊绒市场价值分配链的底层。受制于关键生产工艺技术缺失和品牌价值培养,稀缺珍稀的资源使用低端制造工艺技术,羊绒加工企业普遍利润微薄。《中国纺织工业“十三五”发展规划》提出加强纺织绿色制造基础管理,开发推广先进绿色制造技术,加快构建绿色制造体系,实施纺织行业绿色制造工程的要求。以绿色发展的思想引导上下游全产业链转型升级实现绿色制造,是羊绒纺织业提高国际市场竞争力的根本措施和我国羊绒纺织业发展的基本趋势。

实现羊绒纺织业制造的绿色化,需要从羊绒原材料生产、羊绒纺织品制造到羊绒产品物流、销售等环节的绿色化,也就是实现羊绒产品全过程的绿色供应链管理。在羊绒产品供应链的构建和绿色再造

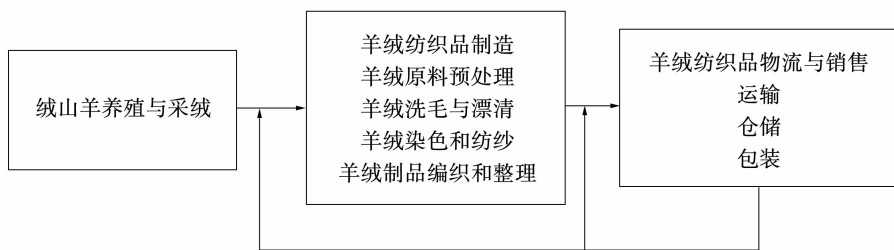


图1 羊绒纺织品供应链

目前,我国绒毛用羊基本以农牧户小规模分散养殖为主,受气候条件及资源环境约束,养殖管理以全放牧或半舍饲为主。除少量规模养殖场、养殖小区专业合作社和示范户外,大部分农牧户养殖设施简陋,畜牧养殖机械设备较少。在绒山羊养殖与采绒阶段对环境的影响主要包括养羊过程肠道发酵甲烷排放和粪便管理氧化亚氮排放、养羊过程苜蓿干草和玉米的消耗、养羊过程地下水的消耗以及绒山羊进食造成草原的退化、沙化。

羊绒纺织品制造阶段的主要过程包括羊绒原料预处理、羊绒洗毛与漂清、羊绒染色和纺纱与羊绒制品编织和整理等阶段。羊绒纺织品制造阶段对环境的影响主要是在制造过程中的能源消耗、排放的废气、废水和固体废弃物。在羊绒纺织品制造过程各阶段都会产生废水,如羊绒水洗和分梳阶段的洗绒废水和空调及卫生、生活污水;编织和整理阶段因缩绒、柔软、洗涤脱水产生的高浓度有机废水,主要污染物为泥沙、羊毛脂、羊粪、氨氮、动植物油、洗涤

过程中供应链的绿色化评价能够衡量羊绒产品行业绿色供应链的建设水平,并为羊绒产品行业绿色供应链建设方向提供决策支持。

国内外学者对绿色供应链评价的研究一般集中在对供应链某一环节企业的评价,缺乏对整个供应链的评价研究;对绿色供应链评价指标方面的研究基本上还是从供应链或供应链某一环节的传统财务绩效出发开发指标,从绿色供应链的环境绩效角度开发指标还比较少。本研究拟以循环经济理论、供应链管理理论、现代制造系统理论和绿色制造理论为基础,在对羊绒产品行业绿色制造技术和特点及对环境的影响分析的基础上,研究羊绒纺织业制造供应链绿色化评价指标体系和方法。

1 羊绒纺织业制造供应链及对环境的影响分析

羊绒纺织品制造供应链可以分为3个阶段:绒山羊养殖与采绒、羊绒纺织品制造和羊毛纺织品物流与销售,如图1所示。

剂和羊毛纤维。羊绒纺织品制造过程中的固体废物主要包括原绒分选、开松过程中产生的杂质、污水处理设施产生的污泥和生活垃圾。

羊绒纺织品物流与销售是指包括各阶段的运输、仓储、包装等环节在内的一系列作业过程。运输环节产生的环境污染主要是运输工具本身运行造成的污染和货物运输过程中所产生的固体废弃物污染和货物本身造成的污染。包装环节对环境的污染主要是使用一次性包装材料和不可降解的塑料包装被消费者遗弃后对环境造成的污染。

2 羊绒纺织业制造供应链绿色化评价指标分析

国内外学者对供应链绿色化评价进行了深入的研究,从不同角度提出了绿色供应链评价指标。多数学者侧重于从传统财务或经济绩效开发评价指标,Agarwal等^[1]提出绿色供应链的感知绩效可以从环境评估、财务绩效和业务整合3个方面评价。

张乃明等^[2]构建了包括生态空间优化、生态环境良好、生态经济发展、生态生活满意4个维度的12个指标的区域绿色发展评价指标体系。黄晓杏等^[3]采用熵权TOPSIS法构建了包括绿色创新投入、创新效益产出、经济效益产出、绿色效益产出和绿色政策环境支持等8个方面的区域绿色创新系统成熟度的评价指标体系。一些学者从绿色供应链管理绩效角度提出了绿色供应链评价指标体系,Zhu等^[4]在关于中国汽车工业绿色供应链的研究中提出应从以下5个方面设置绿色供应链评价指标:内部环境管理、绿色采购、为实现环境目标与客户合作、生态设计和投资回收。随着绿色供应链管理研究的深入,许多学者提出从环境和生态效率角度开发指标能够更科学的评价供应链的绿色化程度。如Scharz等^[5]开发了集成环境和经济性能的指标,主要从生态效率的角度评价绿色供应链,即评价单位环境消耗的产出。该指标体系主要从5个方面考察环境消耗:物料消耗、能源消耗、水消耗、有毒物质排放和污染物排放。Tanzil等^[6]在五维度环境消耗的基础上,考虑了其他可能性并对可持续发展评价的实际应用进行了记录。Rao^[7]是唯一的在绿色供应链绩效评价中系统的开发环境指标以衡量和监测整个供应链环境绩效的研究。该研究提出一套贯穿整个供应链的指标体系,这个体系包括能源效率、危物和废弃物排放和温室气体排放3个方面的20个环境指标,用此评价入链物流、生产或内部物流、出链物流和逆向物流4个方面的绩效。

以往的研究有共同的特征,即针对整个供应链提出统一的评价指标。事实上由于供应链各阶段的制造技术和对环境的影响方式都不同,以统一的评价指标对整个供应链进行评价可能造成评价结果不准确的问题。为了科学的评价供应链的绿色化程度,应根据供应链各阶段的制造特点、对环境的影响

方式和评价数据的可能性,选择不同的评价指标建立评价指标体系。

由于在绒山羊养殖与采绒阶段,很难找到恰当的指标和标准衡量甲烷排放、氧化亚氮排放、苜蓿干草和玉米的消耗、养羊过程地下水的消耗及对草原的退化、沙化和对森林的破坏,因此从绿色化途径角度设计绿色化评价指标更具有可行性也能够提高评价的准确性。根据已有研究,在绒山羊养殖与采绒阶段实现绿色化的途径主要是通过引进精细化的养殖管理技术实现规模化、标准化的山羊养殖以降低对空气排放、草料浪费及减少对草原的破坏。而精细化的养殖管理技术的推广则主要依靠建立专业合作社、引进优良的山羊品种和利用“互联网+”、大数据、云计算、物联网等信息化手段实现“智慧畜牧业”。据此可以提出在此阶段的绿色化评价指标包括:合作化养殖比率、枯草期舍饲与半舍饲的饲养比率、良种山羊采用率和智慧养殖实现率4项指标,分别用 X_1, X_2, X_3, X_4 表示。

在羊绒纺织品制造阶段对环境的影响主要是在制造过程中的能源消耗与产生的废水和固体废物。这些废水和废物中包含的主要污染物包括:氨氮、总磷、动植物油、阴离子表面活性剂等。此阶段的绿色化途径主要是持续引进先进技术、先进设备、先进工艺以不断降低能耗与废水和固体废物的排放。由此可考虑从单位产品综合能耗、单位产品的取水量和单位产品污染物产生量3个方面设置绿色化评价指标反映其先进技术等的采用效果。由于在这3个方面都有具体的行业基准值可供参考,因此可以用行业基准值减实际值除以行业基准值作为评价指标,并规定当实际值大于等于行业基准值时,该指标取值为零。由此可得到羊绒纺织品制造阶段的绿色化评价指标,如表1所示。

表1 羊绒纺织品制造阶段绿色化评价指标

评价内容	指标代码	标准值	指标计算
单位产品综合能耗	X_5	9.8 tce/t	$X_5 = [(9.8 - \text{实际值})/9.8] \times 100\%$
单位产品取水量	X_6	400 m ² /t	$X_6 = [(400 - \text{实际值})/400] \times 100\%$
单位产品污染物产生量	X_7	0.085 t/t	$X_7 = [(0.085 - \text{实际值})/0.085] \times 100\%$

羊绒纺织品物流与销售阶段绿色化的主要途径是在运输过程中减少运输量和尽量采用新能源运输工具以及包装减量化设计、包装材料绿色化、包装印刷材料绿色化。同时羊绒制品的回收再利用也是此阶段实现绿色化的重要内容。由于运输过程的绿色化方法和效果无法定性评价,因而对此阶段的绿色

化评价仅关注包装和回收2个方面。用包装材料耗用降低率((上年单位产品包装材料耗用 - 本年单位产品包装材料耗用)/上年单位产品包装材料耗用),绿色包装、印刷材料采用率和羊绒制品回收率3个指标作为羊绒纺织品物流与销售阶段绿色化评价指标,分别用 X_8, X_9, X_{10} 表示。

3 羊绒纺织业制造供应链绿色化评价方法研究

3.1 羊绒纺织业制造供应链绿色化整体评价方法

制造供应链绿色化整体评价属于多指标综合评价问题。国内外学者应用各种多指标综合评价方法对供应链绿色化进行评价。如 Tong^[8]以 2 元组幂爱因斯坦加权几何算子对低碳农业经济环境下的绿色供应链绩效进行了评价。毕克新等^[9]、徐建中等^[10]、钱丽等^[11]分别采用 DEA、Malmquis 指数法、投影寻踪法对区域绿色技术创新绩效水平进行评价。朱帮助等^[12]采用定基极差法对广西区域绿色发展进行评价。孙君等^[13]应用 AHP 法、综合 Theil 不均衡指数和改进的灰关联偏离分析评价了制造商绿色供应链管理能力和学者所提出的评价方法比较适合评价指标为经济或财务指标的情况。由于本文提出的评价指标则主要是从实现绿色化的途径和绿色化所达到的环境绩效指标,指标取值与绿色化程度之间的关系存在一定的灰度。刘思峰等^[14]提出的基于混合白化权函数的灰色聚类评估模型特别适用于聚类指标的意义、量纲不同以及根据指标取值难以判定决策对象归属的情形下的评估问题。

由于前文所设计的评价指标均可得到 0-100 的评分值(用 x_i 表示),可根据此评分值设置绿色化程度很高、较高、一般和差 4 个灰类(分别用 (e_4) , (e_3) , (e_2) , (e_1))表示。设“差”灰类的转折点为 $\lambda^1 = 20$,“很高”灰类的转折点 $\lambda^4 = 85$ 。最可能属于“一般”灰类的点 $\lambda^2 = 40$,最可能属于“较高”灰类的点 $\lambda^3 = 70$ 。则各灰类白化权函数为

$$f^1(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [0, 40] \\ 1, & x \in [1, 20] \\ \frac{40-x}{40-20}, & x \in [20, 40] \end{cases} \quad (1)$$

$$f^2(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [20, 70] \\ \frac{x-20}{50-30}, & x \in [20, 40] \\ \frac{30-x}{50-20}, & x \in [40, 70] \end{cases} \quad (2)$$

$$f^3(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [40, 85] \\ \frac{x-40}{70-40}, & x \in [40, 70] \\ \frac{85-x}{85-70}, & x \in [70, 85] \end{cases} \quad (3)$$

$$f^4(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [85, 100] \\ \frac{x-70}{80-70}, & x \in [70, 85] \\ 1, & x \in [85, 100] \end{cases} \quad (4)$$

根据白化权函数可得到各指标分值 x_i 对应的价值链绿色化灰色评价系数 (P_{ie}) 。灰色评价系数为第 i 个指标在第 e 灰类上的得分。第 i 个指标在所有灰类上的得分之和称为其总灰类评价权,记为 P_i , $P_i = \sum_{e=1}^4 P_{ie}$ 。 P_{ie} 比 P_i 即为各指标在各灰类的灰色评价权 R_{ie} ($R_{ie} = P_{ie} / \sum_{e=1}^4 P_{ie}$), 以此可得所有指标的灰色评价权矩阵 R 。

$$R = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & R_{14} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & R_{24} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & R_{34} \\ R_{41} & R_{42} & R_{43} & R_{44} \\ R_{51} & R_{52} & R_{53} & R_{54} \\ R_{61} & R_{62} & R_{63} & R_{64} \\ R_{71} & R_{72} & R_{73} & R_{74} \\ R_{81} & R_{82} & R_{83} & R_{84} \\ R_{91} & R_{92} & R_{93} & R_{94} \\ R_{01} & R_{02} & R_{03} & R_{04} \end{bmatrix} \quad \circ$$

依据 10 个指标对绿色化的影响程度,通过专家评价可确定各指标的权重,记为 W_i ($i = 1, 2, \dots, 10$),且 $\sum_{i=1}^{10} W_i = 1$ 。以权重 W 乘以灰色评价权矩阵 R 即可得到模糊评价结果矩阵 B 。

$$B = W \cdot R = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \\ W_5 \\ W_6 \\ W_7 \\ W_8 \\ W_9 \\ W_{10} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & R_{14} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & R_{24} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & R_{34} \\ R_{41} & R_{42} & R_{43} & R_{44} \\ R_{51} & R_{52} & R_{53} & R_{54} \\ R_{61} & R_{62} & R_{63} & R_{64} \\ R_{71} & R_{72} & R_{73} & R_{74} \\ R_{81} & R_{82} & R_{83} & R_{84} \\ R_{91} & R_{92} & R_{93} & R_{94} \\ R_{101} & R_{102} & R_{103} & R_{104} \end{bmatrix} =$$

$$[B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4]。$$

评价结果矩阵中各元素即为所评价的供应链绿色化水平属于某一灰类的隶属度。如果选择最大隶属度原则,则各行中最大隶属度对应的灰类即为该供应链所具备的绿色化水平。

3.2 羊绒纺织业制造供应链绿色化协同度评价

羊绒纺织业制造供应链绿色化程度的提高即取决于供应链各阶段绿色化的提高,也依赖于各子系统的之间的配和与协助,通过各子系统之间资源的有效配置,提高整个供应链的绿色化程度^[15]。上

文所提出的方法虽然能够对羊绒纺织业制造供应链绿色化程度做出整体的评价,但无法反映供应链各子系统之间的协同效果。如果将羊绒纺织业制造供应链作为系统,将绒山羊养殖与采绒、羊绒纺织品制造和羊毛纺织品物流与销售3个阶段最为其子系统,可以构建羊绒纺织业制造供应链绿色化的协同度评价模型,对羊绒纺织业制造供应链绿色化系统的协同度进行评价^[16-18]。

根据相关学者的研究,羊绒纺织业制造供应链绿色化的协同度评价首先应确定供应链系统中各子系统的有序度。以前文所确定各阶段的绿色化的评价指标作为各子系统的序参量,可以看到这些序参量的取值越大,子系统的有序程度越高,且可以认为各序参量的最大值和最下值分别为100和0。各序参量的功效系数(EC_j)计算公式如下:

$$EC_j(X_{ij}) = X_{ij}/100. \quad (5)$$

由于各子系统中各序参量对绿色化的影响程度不同,需要设定各序参量的权重(W_{ji}),并采用序参量分量的加权平均和计算各子系统的有序度(DO_j) (见公式)。

$$DO_j(S_j) = \sum_{i=1}^n W_{ji} EC_j(X_{ij}). \quad (6)$$

鉴于 $EC_j(X_{ij}) \in [0,1]$, 所以 $DO_j(S_j) \in [0,1]$, 如果 $DO_j(S_j) = 1$, 子系统 S_j 有序度最高, 如果 $DO_j(S_j) = 0$, 子系统 S_j 有序度最低。

整个系统的协同度主要取决于各子系统的平均有序程度和各个子系统有序程度的差距。可以将各子系统的平均有序程度定义为系统的协同能力。系统的协同能力越高,系统的协同度就越高;系统的协同能力高也可能是单个子系统有较高的有序度形成的。在这种情况下,系统并不能实现有效的协同。因而系统的高度协同,一方面需要系统有较高的协同能力,另一方面需要各子系统有序度之间不能有太大的离散程度。各子系统有序度之间的离散程度越大,系统的协同度就越低。如果用子系统有序度的标准离差表示子系统有序度之间的离散程度(SD),用各个子系统有序度的几何平均数表示羊绒纺织业制造供应链绿色化的协同能力(SA),则可以提出系统协同度(DS)的评价公式:

$$DS = SA(1 - SD). \quad (7)$$

羊绒纺织业制造供应链绿色化的协同能力的计算:

$$SA = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n DO_j(S_j)}. \quad (8)$$

系统有序度之间的离散程度的计算:

$$SD = \frac{\delta}{SA} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \frac{[DO_j(S_j) - SA]^2}{n-1}}{SA}}. \quad (9)$$

则羊绒纺织业制造供应链绿色化的协同度:

$$DS = SA(1 - SD) = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n DO_j(S_j)} \left[1 - \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \frac{[DO_j(S_j) - SA]^2}{n-1}}{SA}} \right]. \quad (10)$$

4 羊绒纺织业制造供应链绿色化评价实例

选取赤峰东黎公司羊绒纺织制造供应链作为羊绒纺织业制造供应链绿色化评价的分析对象进行实例分析,以确定所提出的评价模型的科学性和价值。

赤峰东黎公司成立于2001年,总资产达3亿多元,主营业务收入超过2亿元,主要产品为原山羊绒、无毛绒、羊绒衫、羊绒围巾等羊绒产品。由于公司产品95%以上销往国外,公司十分重视公司制造过程和整个供应链的绿色化建设。公司先后获得了法国国际生态认证中心(ECOCERT)的国际有机认证(GOTS)证书和欧盟再生资源符合认证(GRS)证书等国际绿色产品认证。

根据2019年数据,采用上文所设计的方法,对赤峰东黎公司羊绒纺织制造供应链进行绿色化总体评价,通过计算得到模糊评价结果矩阵为

$$B = W \cdot R = [0.0345 \quad 0.2294 \quad 0.4382 \quad 0.2979].$$

根据最大隶属度原则,可以看到赤峰东黎公司羊绒纺织制造供应链绿色化水平总体上处于较高水平。

为了分析赤峰东黎公司羊绒纺织制造供应链绿色化水平及其协同度的发展演化情况,选取了2010—2019年的数据对赤峰东黎公司供应链的协同度进行评价,评价结果,如表2及图2所示。

表2 供应链协同度评价结果

年份	养殖与采绒子系统有序度	纺织品制造有序度	物流与销售有序度	供应链绿色化水平协同度
2010	0.051 3	0.129 3	0.036 7	0.011 2
2011	0.061 5	0.168 2	0.047 3	0.010 7
2012	0.102 6	0.238 1	0.079 2	0.036 8
2013	0.272 4	0.445 1	0.144 5	0.105 1
2014	0.347 2	0.492 8	0.102 8	0.052 1
2015	0.392 3	0.528 3	0.123 8	0.079 0
2016	0.496 7	0.537 2	0.241 5	0.237 9
2017	0.398 2	0.646 7	0.321 4	0.264 1
2018	0.526 1	0.732 7	0.433 1	0.396 4
2019	0.547 2	0.864 5	0.484 2	0.406 5

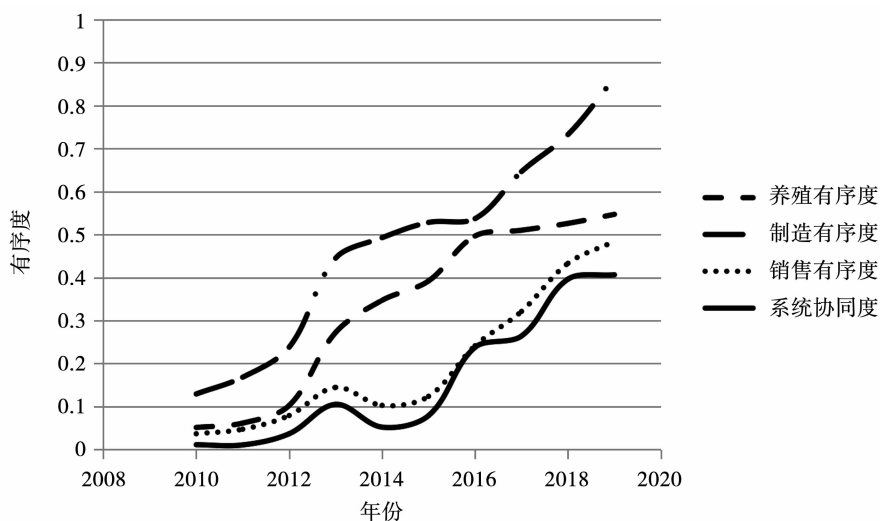


图2 供应链协同度演化过程

由表2与图2可知,赤峰东黎公司供应链绿色化协同度在10年间总体在不断提升但波动性也较大,在2014年和2017年出现了较大的下降趋势。从系统的协同能力角度,对照各子系统的有序度变化,羊绒纺织品制造子系统的有序度持续提高,在3个子系统中对整体的协同能力贡献最大,而且在2012年和2016年出现了2次快速上涨。主要原因是赤峰东黎公司在这2个年度前两次投入巨额资金进行技术与设备改造和升级大大的提高了公司制造的绿色化水平。绒山羊养殖与采绒子系统的有序度从2013年开始出现了快速提高的过程。赤峰东黎公司从2013年开始累计投入13.92亿元,扶持建立养殖专业合作社,促进山羊养殖业规模化和绿色化是绒山羊养殖与采绒子系统有序度快速提高的主要原因。而羊毛纺织品物流与销售子系统的有序度对整体的协同能力贡献最小,但从2016年开始其有序度持续提高。赤峰东黎公司从2014年开始了利用回收羊绒材料再制造羊绒产品的尝试,其利用回收羊绒再制造的羊绒产品在欧盟区域内享受新羊绒产品的销售价格。值得注意的是该供应链协同度的2次较大规模的降低都是由于某一子系统的有序度大幅提高而导致的系统离散程度的大幅上升造成的。

5 结论

本研究通过对羊绒纺织业制造供应链各阶段对环境的影响及绿色化的途径的分析,从羊绒纺织制造供应链实现绿色化的手段和绿色化可能实现的环境绩效角度选取羊绒纺织业制造供应链绿色化评价指标,提出使用基于混合白化权函数的灰色聚类评估模型对羊绒纺织业制造供应链整体绿色化程度进

行评价,同时设计相应的系统协同度模型对羊绒纺织业制造供应链的绿色化的协调程度进行评价。

虽然许多学者采用传统的经济和财务指标评价供应链的绿色化程度,但在绿色产品的市场溢价并不完全确定的条件下,以能够取得的经济和财务效果评价供应链的绿色化程度,其科学性值得怀疑。而本文提出的针对供应链不同阶段的特点综合考虑以实现绿色化的手段和绿色化可能实现的环境绩效构造评价指标更能保证评价的准确性。引入系统协同度评价,则更有利于反映供应链各阶段相互配合、相互协同提高整个供应链绿色化的努力。

通过对本研究提出的评价方法的实证研究发现,本文提出的评价方法可以较科学的评价羊绒纺织业制造供应链的绿色化程度,而且能够为提高供应链绿色化程度提供更为丰富的信息。实证研究的分析发现供应链龙头企业在供应链绿色化过程中具有决定性的意义。供应链龙头企业不仅要不断提高自身企业的绿色化程度,而且要通过引导和投资帮助其他节点企业提高其绿色化程度。第二,在供应链绿色过程中要特别注意供应链各阶段投入和努力的协调性。

本研究所提出的评价指标比较简化。随着羊绒纺织业制造供应链绿色化建设的发展,为提高供应链绿色化程度评价的科学性有必要更深入的研究绿色化途径和绿色化的生态绩效,开发更具体以及适应供应链生产技术发展的评价指标。

参考文献:

- [1] AGARWAL A, CARRIER F. Green supply chain management adoption in midwest manufacturing: The role of suppliers[J]. SAM

- Advanced Management Journal,2018,83(3):4.
- [2] 张乃明,张丽,卢维宏,等. 区域绿色发展评价指标体系研究与应用[J]. 生态经济,2019,35(12):185.
- [3] 黄晓杏,余达锦,刘亦晴. 区域绿色创新系统成熟度指标体系的构建与评价[J]. 统计与决策,2019(21):45.
- [4] ZHU Q, SARKIS J, LAI K H. Green supply chain management: pressures, practices and Performance within the Chinese automobile industry[J]. Journal of Cleaner Production,2007,75(11):1041.
- [5] SCHARZ J, BETH B, EARL B. Use of sustainability to guide decision-making[J]. Chemical Engineering Process,2002(7):58.
- [6] TANZIL D, MA G, BELOFF B R. Sustainability metrics[C]. presented in the 11th International Conference of Greening of Industry Network, San Francisco, United States,2003:1287.
- [7] RAO P. Measuring environmental performance across a green supply chain:A managerial overview of environmental indicators[J]. The Journal for Decision Makers,2014,39(1):57.
- [8] TONG Y. Model for evaluating the green supply chain performance under low-carbon agricultural economy environment with 2-tuple linguistic information[J]. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2017,32:2717
- [9] 毕克新,杨朝均,黄平. 中国绿色工艺创新绩效的地区差异及影响因素研究[J]. 中国工业经济,2013(10):57.
- [10] 徐建中,曲小瑜. 装备制造业环境技术创新效率及其影响因素研究:基于DEA-Malmquist和Tobit的实证分析[J]. 运筹与管理,2015(1):28.
- [11] 钱丽,肖仁桥,陈忠卫. 我国工业企业绿色技术创新效率及其区域差异研究:基于共同前沿理论和DEA模型[J]. 经济理论与经济管理,2015(1):30.
- [12] 朱帮助,张梦凡. 绿色发展评价指标体系构建与实证[J]. 统计与决策,2019(37):36.
- [13] 孙君,钟茂林,张中华,等. 绿色供应链管理能力指标体系构建与评价研究[J]. 数学的实践与认识,2019,49(8):89.
- [14] 刘思峰,方志耕,杨英杰. 两阶段灰色综合测度决策模型与三角白化权函数的改进[J]. 控制与决策,2014,29(7):1232.
- [15] 魏洁云,江可申,牛鸿蕾,等. 可持续供应链协同绿色产品创新研究[J]. 技术经济与管理研究,2020(8):38.
- [16] ANBANANDAM R, BANWET K, SHANKAR R. Evaluation of supply chain collaboration:A case of apparel retail industry in India[J]. International Journal of Productivity and Performance Management,2011,60(2):82.
- [17] CLAUDINE A, HYLAND W, FERRER M. Supply chain collaboration:Capabilities for continuous innovation[J]. Supply Chain Management:An International Journal,2008,13(2):160.
- [18] 刘涛,李帮义,公彦德. 商务信用下的供应链协调策略及其测度[J]. 系统工程理论与实践,2010,30(8):1345.

[编辑:厉艳飞]