

# 考虑ESG表现的企业供应商选择模型构建研究

余俊雁<sup>1</sup>, 张浩<sup>1\*</sup>, 李文雯<sup>2</sup>, 刘玉涵<sup>1</sup>, 夏楠<sup>1</sup>

<sup>1</sup>上海理工大学管理学院, 上海

<sup>2</sup>上海理工大学机械学院, 上海

收稿日期: 2026年3月17日; 录用日期: 2026年4月1日; 发布日期: 2026年6月12日

## 摘要

在全球可持续发展与“双碳”战略驱动下, 企业面临绿色转型压力, 传统供应商选择体系因缺乏环境、社会及治理维度而难以识别供应链风险。针对此问题, 本研究构建了融合经济可持续性与ESG的四维评价指标体系, 并提出一种集成评价模型。该模型分别运用AHP-TOPSIS方法评估供应商综合表现, 以及DEA-Super SBM模型测度其运营效率, 通过集成两种结果形成最终决策依据。研究表明, 这种集成模型更适合于对供应商进行评估, 准确识别并排序供应商, 更适用于推动可持续供应链管理的发展。

## 关键词

供应商选择, ESG, AHP-TOPSIS, DEA-Super SBM, 集成模型

# Research on the Construction of a Supplier Selection Model Considering ESG Performance

Junyan Yu<sup>1</sup>, Hao Zhang<sup>1\*</sup>, Wenwen Li<sup>2</sup>, Yuhan Liu<sup>1</sup>, Nan Xia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

<sup>2</sup>School of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: March 17, 2026; accepted: April 1, 2026; published: June 12, 2026

## Abstract

Driven by global sustainable development and the “Dual Carbon” strategy, enterprises face increasing pressure for green transformation. However, traditional supplier selection systems struggle to effectively identify supply chain risks due to the lack of Environmental, Social, and Governance (ESG) dimensions. To address this issue, this study constructs a four-dimensional evaluation index system

文章引用: 余俊雁, 张浩, 李文雯, 刘玉涵, 夏楠. 考虑 ESG 表现的企业供应商选择模型构建研究[J]. 电子商务评论, 2026, 15(6): 248-257. DOI: 10.12677/ecl.2026.156631

**integrating economic sustainability with ESG factors and proposes an integrated evaluation model. Specifically, the model utilizes the AHP-TOPSIS method to evaluate the comprehensive performance of suppliers and the DEA-Super SBM model to measure their operational efficiency, integrating the results from both approaches to form the final basis for decision-making. The results demonstrate that this integrated model is more suitable for supplier assessment, as it accurately identifies and ranks suppliers, thereby effectively promoting the development of sustainable supply chain management.**

## Keywords

Supplier Selection, ESG, AHP-TOPSIS, DEA-Super SBM, Integrated Model

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在全球范围内，可持续发展已成为不可逆转的时代浪潮。各国政府、国际组织与资本市场日益重视企业在环境、社会及治理(ESG)领域的表现，将其视为评估企业长期价值与风险的关键维度。在这一时代背景下，中国作为全球制造业中心，正面临着前所未有的转型压力与机遇。随着我国提出“碳达峰、碳中和”的“双碳”战略目标，对国民经济支柱的制造业提出了深刻的绿色转型要求。企业不仅面临减排降耗的宏观政策压力，更需在全球化竞争中重塑可持续竞争力。这意味着，供应链的竞争已从单一的成本效率竞争演变为综合价值链竞争。

从微观运营视角来看，企业正遭遇多重外部压力交织的复杂环境中。原材料价格波动、国际形势不确定性、更严格的环境合规执行以及下游核心客户尤其对其供应链的 ESG 表现提出了明确的溯源与披露要求。然而，许多企业传统的供应商选择体系仍主要侧重于成本、质量、交期等传统经济与技术指标，很大程度上忽视了环境、社会和治理因素，使公司面临合规处罚、声誉损害等问题，更可能因供应链的 ESG 脆弱性而影响其稳定性。因此，在现代供应链管理中，有效整合 ESG 因素的严格且可操作的供应商选择模型已成为一个关键的挑战。

当前供应链管理理论与供应商选择研究虽已较为成熟，但相较于仅聚焦传统指标的研究[1][2]，此集成模型将 ESG 指标进行量化融合，构建了主客观结合的集成评价模型，为可持续供应链管理提供了新视角。在现实层面，该模型是企业将 ESG 战略转化为采购实践的关键工具，有助于甄别优质伙伴、规避供应链风险，增强企业核心竞争力，为中国制造业高质量发展与“双碳”目标实现提供微观支撑。

## 2. 文献综述

供应商选择作为供应链管理中最为关键的战略决策环节，长期以来受到学术界的广泛关注。纵观现有文献，相关研究主要围绕两个核心维度展开：一是评估指标体系的构建与演变，二是评估方法论的不断精进与创新。

早期研究聚焦于传统指标，如成本、质量和交付[3]。自从[4]将环境可持续性纳入供应商评估以来，以绿色可持续性为导向的标准，如 ESG 标准逐渐成为研究热点。学者们致力于将环境绩效、社会责任与公司治理指标有机整合进传统评估框架。例如[5]，将碳足迹和利益相关方关系整合进供应商评估标准[6]；构建的绿色供应能力指标体系涵盖企业形象、风险控制能力及数字化服务与可追溯性，实现了对高耗能企业的全景式评估。

在评估方法论的发展上，研究则呈现出从单一模型到综合集成的轨迹。现有的供应商选择方法根据赋权依据的来源不同，主要可分为主观评价法和客观评价法两大类。主观方法依赖决策者或领域专家的知识经验及主观偏好。如[7]将 AHP-熵权法与 TOPSIS 相结合构建绿色供应商评价模型[8]。运用层次分析法和专家打分结合的方法构建了绿色建筑项目设备供应商的评估体系。客观方法侧重于从原始数据本身的统计规律中挖掘信息，强调“数据驱动”决策，降低人为因素的干扰，优势在于数学推导严密、结果客观可复现[9]。基于灰色的绿色供应商选择模型，通过结合最佳-最差方法和模糊灰色认知图，提出了一种新的权重分配模型，并使用区间分析方法来评估绿色供应商[10]。提出了基于数据包络分析(DEA)的方法来甄选绿色供应商。主观方法擅长处理定性信息与体现管理偏好，但易受主观随意性影响；客观方法客观严谨，但容易忽视实际业务中的战略侧重。通过组合主客观方法，可以在二者之间形成有效互补，在削弱人为认知偏差的同时，弥补单一数据驱动模型在战略导向上的缺失。

鉴于 ESG 供应商选择是一个兼具定性模糊信息与定量精确数据、且涉及企业战略导向的复杂决策过程，单一的主观或客观方法都存在局限性。现有的组合模型多应用于通用的采购场景，而本研究将应用场景精准下沉至面临严峻绿色转型压力的企业。因此，构建一种结合权重模型，既能平衡传统指标与绿色指标，又能融合主观与客观经验，是当前研究需要解决的关键问题。

### 3. 企业供应商 ESG 评价指标体系的构建

#### 3.1. 指标选取原则及指标体系细分

结合制造业供应商的运营场景，本研究突破了传统仅关注 ESG 或仅关注经济因素的单一视角，构建了一个包含经济、环境、社会及治理的四维综合评价体系。以下将在表 1 详细阐述各维度的具体指标构成。

Table 1. Details of evaluation indicators

表 1. 评估指标的详细信息

维度	指标	指标意义	参考文章	指标性质	供应商分数来源
经济	价格	产品是否具有竞争力	[1][11]	定量	原值
	产品质量	产品是否符合质量标准	[1][11]	定性	专家评分
	交期	从订购到接收之间的时间间隔	[1][11]	定量	原值
环境	碳足迹管理	供应商及其供应链在绿色运输、绿色生产等方面的可持续发展表现	[5]	定性	专家评分
	环境成本	企业为解决环境问题而支付的成本	[12]	定量	原值
社会	工作安全和劳动健康成本	企业越愿意为此投入资源，其展现出的社会责任感就越强	[13]	定量	原值
	与利益相关者关系	评估企业与股东、员工、客户、社区等利益相关者关系的好坏，实现供应链的互利共赢，支持供应商的长远发展	[5]	定性	专家评分
治理	风险管理	识别、评估和应对各种潜在风险，以确保企业的稳定运营	[6]	定性	专家评分
	数字服务和可追溯性	供应商的数字化生产、服务水平、可视化和可追溯生产	[6]	定性	原值

#### 3.2. 集成评价模型

为实现对供应商在经济、环境、社会及治理四个维度上的全面、均衡评估，并克服单一评价方法的

局限性, 本研究构建了一个主客观并行的集成评价模型。该模型融合了 AHP-TOPSIS 方法、DEA-Super SBM 模型这两种评价方法, 有效结合主观价值判断、客观数据规律与生产前沿效率分析各自的优势。

### 3.2.1. 集成模型

如图 1 所示, 在主观评价模块, 首先利用层次分析法构建层次结构。通过专家群决策对评价指标进行成对比较与判别, 解析了各评价指标在企业战略中的相对重要度。在此基础上, 运用逼近理想解排序法(TOPSIS)计算出相对贴近度系数。与此同时, 在客观评价模块, 数据包络分析(DEA)生成不受主观因素干扰的技术效率得分。

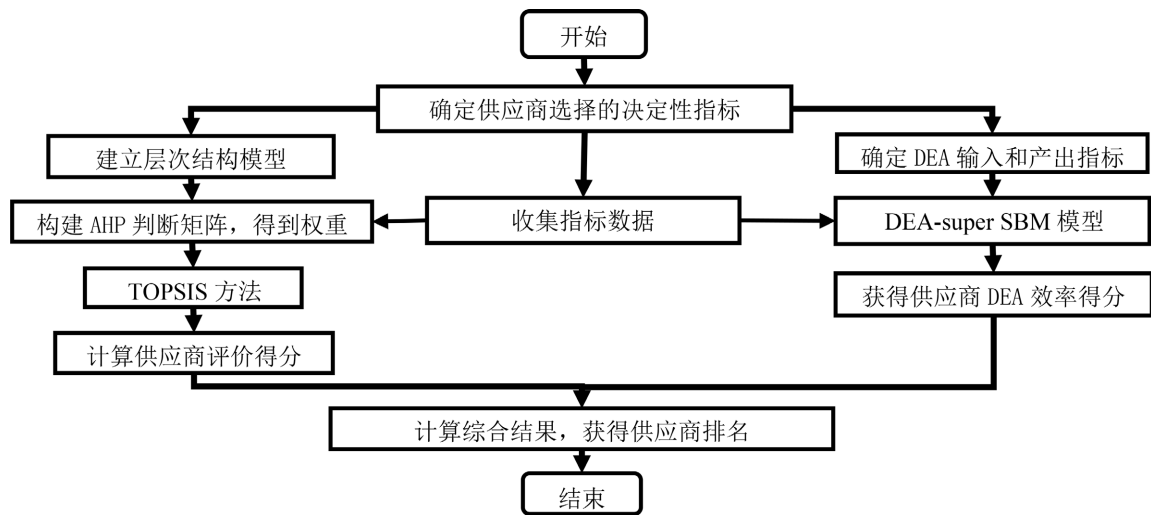


Figure 1. Flowchart of the integrated model  
图 1. 集成模型的操作流程图

两种方法的评价结果生成后, 进行集成以得出最终结果。不同集成策略的选择取决于决策问题的属性与评价目标。线性加权法作为补偿性规则中最具代表性的方法, 具有计算简便、易于理解、权重意义明确等优点, 其核心假设是指标间相互独立且具有可比性, 综合评价值能够以各指标加权的形式反映整体效用。本研究选择线性加权法作为集成策略, 研究目标聚焦于供应商的综合排序与优选决策, 而非设定强制性准入门槛或淘汰机制, 线性加权法能够以清晰的权重结构呈现各指标对最终结果的影响程度, 便于决策者理解排序依据并进行敏感性分析。

将主观评价与客观评价得到的值分别进行归一化处理, 统一转化为可比较的标准化得分。两种方法集成采用线性加权法, 进行整合, 计算每位供应商的最终综合得分:

$$Z_{final} = \eta S_1 + (1 - \eta) S_2 \quad (1)$$

其中,  $Z_{final}$  为供应商的最终得分,  $S_1$  和  $S_2$  分别为其经过归一化的 AHP-TOPSIS 贴近度得分和 DEA-Super SBM 效率得分,  $\eta$  为集成权重系数 ( $0 \leq \eta \leq 1$ )。

### 3.2.2. 基于 AHP-TOPSIS 的供应商评估方法

AHP-TOPSIS 法通过层次分析法确定指标权重, 再通过 TOPSIS 法进行方案排序, 系统化地解决复杂决策问题。

层次分析法(AHP)由 Saaty 提出[14], 在供应商评价中用于解析决策者的主观偏好。通过构建成对比较矩阵, 采用 1~9 标度法进行量化, 形成判断矩阵  $A$ , 量化各级指标的相对权重。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1t} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2t} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{t1} & a_{t2} & \cdots & a_{tt} \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中,  $a_{ij}$  表示指标  $i$  相对于指标  $j$  的重要程度, 且  $a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

式中  $CI$  为一致性指数,  $\lambda_{\max}$  是判断矩阵  $A$  的最大特征根,  $n$  是特征根的总数。查表得到随机一致性指标  $RI$ , 计算一致性比率  $CR$ :

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

若  $CR < 0.1$ , 则矩阵通过检验。否则, 需要重新调整比较值。

TOPSIS 方法是由 Hwang 和 Yoon (1981)首次引入[15], 用于在有限数量的解决方案中识别最优和最差的解。排序的依据是其与理想解的相对接近程度, 最优解是那些最接近正理想解同时又最远离负理想解的解。就效益指标而言, 其正理想解取的是最大值, 而负理想解取的是最小值。对于成本指标则相反。

第  $i$  次求至正理想解, 以  $d_i^+$  表示, 至于负理想解, 以  $d_i^-$  表示。

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^+), (i=1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^-), (i=1, 2, \dots, m) \quad (6)$$

其中  $v_j^+$  和  $v_j^-$  分别表示正理想解和负理想解。

每个供应商的接近系数  $C_{ij}$  由公式(7)确定。供应商  $Q_i$  的得分通过整合评估标准的权重  $w_j$  计算得出。

$$C_{ij} = \frac{d_{ij}^-}{d_{ij}^+ + d_{ij}^-} \quad (7)$$

$$Q_i = \sum_{j=1}^n C_{ij} w_j \quad (8)$$

### 3.2.3. DEA-SBM 模型

DEA 是一种广泛使用的非参数效率评估方法, 用于衡量决策单元(DMUs)的相对效率。这一基本 DEA 方法论是由 Charnes 等(1978)提出的[16]。

在供应商 ESG 评价的实际场景中, 由于碳排放等指标具有显著的异质性, 若忽略松弛变量, 会导致效率测度结果偏高, 无法准确反映供应商的真实绩效。针对此问题, Tone(2001)提出了 SBM 模型[17]。该模型将松弛变量放入目标函数中, 能够有效识别并剔除因径向测量导致的效率高估偏差。由于可能出现多个供应商在 SBM 模型下均被判定为有效的情况, 即都有可能被评估为 1。而采用 Super-SBM 模型可识别出其中的最高效供应商, 其基本原理为, 在评估一个有效的 DMU 时, 将其从参考集中移除, 允许效率值大于或等于 1, 从而能够对有效率的 DMUs 进行区分和排名。Tone (2002)提出了以下超效率 SBM 模型[18]:

$$\begin{aligned}
 \min \delta &= \frac{1}{m} \left( \sum_{i=1}^m \frac{\bar{x}_i}{x_{i0}} \right) \\
 &= \frac{1}{s} \left( \sum_{r=1}^s \frac{\bar{y}_r}{y_{r0}} \right) \\
 \text{s.t.} & \\
 \bar{x} &\geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j, \\
 \bar{y} &\leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j, \\
 \bar{x} &\geq x_0 \text{ and } \bar{y} \leq y_0, \\
 \bar{y} &\geq 0, \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{9}$$

其中,  $\delta$  是 Super-SBM 模型的效率得分,  $m$  和  $s$  分别是输入和输出指标数量,  $\lambda$  是权重系数,  $S^+$  和  $S^-$  分别表示投入过剩及产出不足的松弛变量。

### 3.2.4. 评价方法的潜在局限性与研究控制策略

任何单一的供应商评价模型在处理复杂管理问题时均存在理论上的适用边界与固有局限。本节探讨所用方法的潜在局限, 并阐述本研究在模型设计环节所采取的规避与控制策略。

AHP-TOPSIS 方法的核心局限在于高度依赖专家判断, 易产生认知偏差。为此, 本研究采取了严格的控制策略, 引入多部门专家类德尔菲法群决策与意见收敛方式, 滤除极端个人偏见。

客观评价模块在纳入全部定性与定量数据进行测度时, 面临的局限是当评价指标数量相对于决策单元较多时, 会出现多个单元同时达到生产前沿面的情况, 丧失评价区分度。针对此问题, 本研究在模型端, 摒弃传统径向 DEA, 采用 Super-SBM 模型。该模型不仅有效处理了碳足迹管理等非期望产出, 更关键的是突破了效率阈值限制, 实现了对全样本供应商的完全排序。

在模型集成层面, 均等赋权融合的线性加权难以契合企业战略需求。本研究通过连续调整主客观偏好系数的取值, 既验证了结果的稳健性, 更赋予了模型强大的战略适配力, 使其能根据企业的紧迫需求灵活调整。

## 4. 实证分析

### 4.1. 数据来源与预处理

为验证本研究所构建的供应商评价集成模型的有效性与应用价值, 本章选取国内一家中型服装企业 A 公司为研究对象。A 公司产品以外贸订单为主, 面临着严苛的国际 ESG 合规审查与国内环保规制双重压力。本研究选取 A 公司拟进行战略合作的 6 家核心面料候选供应商(编号为 S1, S2, ..., S6)作为实证样本, 这些候选供应商规模相当, 且均已通过初期的资质审核, 具备可比性。

鉴于评价指标体系中包含定性与定量指标, 本研究构建了“定量客观数据 + 定性专家评分”的数据采集方法。定量指标数据来源于公开的可量化数据, 如价格, 交货日期等。定性指标难以直接量化的数据, 如社会责任, 风险管理等, 引入了类德尔菲的意见收敛机制来进行评分。由 A 公司的采购总监、质量总监、运营总监及两位长期从事供应链管理的资深专家组成评价小组。五位专家均拥有 8 年以上供应链管理或相关领域工作经验, 熟悉行业背景及供应商实际情况。在正式评分前, 研究团队对 5 位专家进行了统一培训, 详细解读了每一项定性指标的定义、评分等级标准及对应要求, 确保所有专家对评价标准形成共识。经过多轮的打分、讨论和修正的循环, 专家组意见逐渐趋同。最终, 经专家组确认, 形成了一份具有高度共识的统一评分矩阵。初始数据集如表 2。

**Table 2.** Expert scoring dataset  
**表 2.** 专家打分数据集

维度指标	经济			环境		社会		治理	
	价格	产品质量	交期	碳足迹管理	环境成本	工作安全和劳动健康成本	与利益相关者关系	风险管理	数字服务和可追溯性
S1	41	8	23	9	40	54	5	6	0
S2	35	7	26	6	54	33	8	5	1
S3	37	8	30	7	65	36	7	5	1
S4	34	5	31	7	83	40	5	6	1
S5	40	6	25	9	42	61	5	7	0
S6	39	7	27	8	50	59	6	9	1

在 AHP-TOPSIS 分析环节，一致性检验后计算各指标权重，得到供应商在主观评价维度上的排序；在 DEA 分析中，选取本文指标作为输入输出变量，评估各供应商的相对效率值，建立供应商综合评价模型。以下是两个方法的具体步骤。

(1) 供应商的 AHP-TOPSIS 方法评价

专家将同一水平的指标成对比较，采用 1~9 标度法对指标的相对重要性进行评分，构建权重判断矩阵。各维度的权重判断矩阵具体如下。

**Table 3.** Matrix for pairwise comparisons  
**表 3.** 权重判断矩阵

维度	经济	环境	社会	公司
经济	1	3	4	5
环境	1/3	1	2	3
社会	1/4	1/2	1	2
公司	1/5	1/3	1/2	1
经济	价格	产品质量	交期	
价格	1	1/3	3	
产品质量	3	1	5	
交期	1/3	1/5	1	
指标	碳足迹管理	环境成本		
碳足迹管理	1	5		
环境成本	1/5	1		
指标	工作安全和劳动健康成本	与利益相关者关系		
工作安全和劳动健康成本	1	3		
与利益相关者关系	1/3	1		
指标	风险管理	数字服务和可追溯性		
风险管理	1	3		
数字服务和可追溯性	1/3	1		

当  $CR < 0.1$  时, 判断矩阵即通过一致性检验。依此方法逐层计算并得出各级指标的最终权重后, 将代入后续 TOPSIS 方法中, 得出各供应商的综合评价得分。

#### (2) DEA 进行供应商效率评估

DEA 方法以供应商为决策单位(DMU), 为之选择特定的输入和输出指标进行计算。投入产出指标的分类如下。输入指标包括价格、交期、环境成本、工作安全和劳动健康成本。这些指标可以综合反映供应商在生产经营过程中的资源消耗。产出指标包括产品质量、碳足迹管理、与利益相关者关系、风险管理、数字服务和可追溯性, 这些指标反映了供应商的整体产出能力。

### 4.2. 基于组合权重的供应商得分计算

表 4 展示了使用 AHP-TOPSIS 方法、DEA 方法以及两者集成后的排名结果。

**Table 4.** Ranking results of three evaluation methods

**表 4.** 三种方法排名结果

	AHP-TOPSIS			DEA			集成模型	
	排名	分数	$S_1$	排名	得分	$S_2$	排名	$Z_{final}$
S1	1	0.676	0.501	3	1.093	0.415	1	0.458
S2	3	0.573	0.425	2	1.105	0.419	4	0.422
S3	2	0.651	0.482	4	1.031	0.391	2	0.437
S4	6	0.322	0.238	5	1.027	0.390	6	0.314
S5	5	0.441	0.327	6	1.016	0.386	5	0.356
S6	4	0.561	0.416	1	1.173	0.445	3	0.430

对于 AHP-TOPSIS 法, 排名靠前的 3 家供应商分别为 S1、S3 和 S2。对于 DEA-Super-SBM 模型, 排名靠前的 3 家供应商为 S6、S2 和 S1。对于采用  $\eta = 0.5$  权重设置的集成模型, 排名前三的供应商分别是 S1、S3 和 S6。排名前三的供应商综合得分与单项评估的表现具有一致性, 具备全面的竞争优势。值得注意的是, S6 在两种单一方法中的评价差异最大, 集成模型通过均衡两种方法的权重, 将其最终排名确定为第 3 位, 有效缓解了单一方法可能带来的评价偏差。

**Table 5.** Ranking results obtained from the integrated model with different weights

**表 5.** 不同权重下综合模型结果排名

	$\eta$	$1-\eta$	$\eta$	$1-\eta$	$\eta$	$1-\eta$
	排名	$Z_{final}$	排名	$Z_{final}$	排名	$Z_{final}$
供应商	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$
S1	1	0.458	1	0.472	1	0.444
S2	4	0.422	4	0.423	3	0.421
S3	2	0.437	2	0.452	3	0.421
S4	6	0.314	6	0.289	6	0.339
S5	5	0.356	5	0.346	5	0.366
S6	3	0.430	3	0.426	2	0.435

表 5 展示了集成评价模型在不同权重组合下的供应商排序结果，结果显示在不同权重设定下，排名结构既存在稳定性，也呈现一定的敏感性。

在权重调整过程中，S1 始终稳居第一位，显示出其在两种评价维度上均具备领先且均衡的实力，表现出较强的排名稳健性，可被视为最稳定可靠的战略型合作伙伴。而 S2、S3、S6 的排名则随权重变化发生变动。

这一权重敏感性分析表明，本集成模型能够灵敏反映不同战略导向对供应商选择的影响。企业可根据具体采购情景动态调整  $\eta$  值：若侧重长期可持续性与 ESG 绩效，可调高  $\eta$  值；若追求短期成本效率与资源优化，则可降低  $\eta$  值。这种灵活性使得模型能帮助企业在经济、环境与社会多重目标之间实现情景化的平衡与优化。该分析不仅验证了模型在不同权重配置下的区分度，也为企业管理实践提供了可操作的决策依据，增强了模型在真实供应链管理环境中的适用性。

## 5. 结论与展望

### 5.1. 研究结论

第一，构建了融合经济与 ESG 四个维度以及九个指标的企业供应商综合评价指标体系。本研究突破了传统仅关注传统因素评价局限，有效融合了传统竞争要素与 ESG 合规要素，兼具理论维度的完备性以及数据获取的实践可操作性。

第二，本研究提出融合主观判断与客观数据的互补优势，有效解决了单一方法的信息片面性，在方法上兼容互补。

### 5.2. 研究局限与未来研究方向

本研究虽实现了主客观评价方法的优势互补，但受限于数据获取成本，对生物多样性等深层 ESG 议题的考察尚不够深入。未来研究可引入文本挖掘技术丰富指标维度，并结合群体决策机制优化专家赋权过程，以进一步提升模型在企业供应链风险管理中的应用价值。

## 参考文献

- [1] Karami, S., Ghasemy Yaghin, R. and Mousazadegan, F. (2020) Supplier Selection and Evaluation in the Garment Supply Chain: An Integrated DEA-PCA-VIKOR Approach. *The Journal of The Textile Institute*, **112**, 578-595. <https://doi.org/10.1080/00405000.2020.1768771>
- [2] Zhang, H., Wei, G. and Chen, X. (2022) SF-GRA Method Based on Cumulative Prospect Theory for Multiple Attribute Group Decision Making and Its Application to Emergency Supplies Supplier Selection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, **110**, Article 104679. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.104679>
- [3] Govindan, K., Rajendran, S., Sarkis, J. and Murugesan, P. (2015) Multi Criteria Decision Making Approaches for Green Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review. *Journal of Cleaner Production*, **98**, 66-83. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.046>
- [4] Noci, G. (1997) Designing 'Green' Vendor Rating Systems for the Assessment of a Supplier's Environmental Performance. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, **3**, 103-114. [https://doi.org/10.1016/s0969-7012\(96\)00021-4](https://doi.org/10.1016/s0969-7012(96)00021-4)
- [5] Chiu, M.C., Tai, P.Y. and Chu, C.Y. (2024) Developing a Smart Green Supplier Risk Assessment System Integrating Natural Language Processing and Life Cycle Assessment Based on AHP Framework: An Empirical Study. *Resources, Conservation and Recycling*, **207**, Article 107671. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107671>
- [6] Wang, X., Liu, Z., Kong, H. and Peng, G. (2023) Research on the Evaluation of Green Suppliers of High Energy-Consuming Enterprises—Based on Rough Number-Grey Correlation TOPSIS Method. *Heliyon*, **10**, e21700. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21700>
- [7] Freeman, J. and Chen, T. (2015) Green Supplier Selection Using an AHP-Entropy-TOPSIS Framework. *Supply Chain Management: An International Journal*, **20**, 327-340. <https://doi.org/10.1108/scm-04-2014-0142>

- 
- [8] 宋媛媛, 黄江龙. 基于 AHP 法的建筑项目绿色设备供应商评价选择研究[J]. 绿色科技, 2023, 25(14): 211-216.
- [9] Haeri, S.A.S. and Rezaei, J. (2019) A Grey-Based Green Supplier Selection Model for Uncertain Environments. *Journal of Cleaner Production*, **221**, 768-784. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.193>
- [10] Yan, X., Bao, X., Zhao, R. and Li, F. (2022) Performance Measurement for Green Supplier Selection Based on Data Envelopment Analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, **29**, 45960-45970. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17897-2>
- [11] 潘雨红, 詹翌, 马旭. 基于 DEMATEL-BP 的装配式住宅预制构件供应商选择的影响因素识别[J]. 数学的实践与认识, 2017, 47(9): 22-34.
- [12] Mahmoudi, A., Abbasi, M. and Deng, X. (2022) Evaluating the Performance of the Suppliers Using Hybrid DEA-OPA Model: A Sustainable Development Perspective. *Group Decision and Negotiation*, **31**, 335-362. <https://doi.org/10.1007/s10726-021-09770-x>
- [13] Zhou, X., Pedrycz, W., Kuang, Y. and Zhang, Z. (2016) Type-2 Fuzzy Multi-Objective DEA Model: An Application to Sustainable Supplier Evaluation. *Applied Soft Computing*, **46**, 424-440. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.04.038>
- [14] Saaty, T.L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.
- [15] Hwang, C.L., and Yoon, K. (1981) *Methods for Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer, 58-191.
- [16] Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978) Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, **2**, 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- [17] Tone, K. (2001) A Slacks-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, **130**, 498-509. [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(99\)00407-5](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(99)00407-5)
- [18] Tone, K. (2002) A Slacks-Based Measure of Super-Efficiency in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, **143**, 32-41. [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(01\)00324-1](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(01)00324-1)