

医疗器械企业供应链管理绩效评价研究

吴香茗^{1,2}, 李军祥^{1,2*}, 黄宣哲^{1,2}

¹上海理工大学管理学院, 上海

²上海理工大学智慧应急管理学院, 上海

收稿日期: 2025年3月10日; 录用日期: 2025年4月3日; 发布日期: 2025年4月14日

摘要

近年来, 随着“两票制”、“带量采购”等政策的实施以及医疗器械市场竞争的越发激烈, 医疗器械市场面临着更为严格的监管和市场竞争环境, 促使企业不得不重新审视并改善其供应链服务。本文J公司为案例研究, 对该企业供应链管理绩效进行评价, 旨在提升企业供应链管理服务水平。本文基于SCOR模型构建供应链绩效评价体系, 通过专家访谈形式确定相关指标和权重, 通过层次分析和模糊分析对J公司供应链管理绩效进行综合评价, 分析发现J公司供应链管理绩效水平较低。建议通过持续改进机制, 形成问题识别 - 问题改进 - 效果评估 - 经验总结的循环改进模式, 从而持续优化J公司供应链管理, 提高供应链管理绩效。

关键词

医疗器械, 供应链管理, 绩效评价

Research on the Performance Evaluation of Supply Chain Management in Medical Device Enterprises

Xiangming Wu^{1,2}, Junxiang Li^{1,2*}, Xuanzhe Huang^{1,2}

¹Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

²School of Intelligent Emergency Management, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Mar. 10th, 2025; accepted: Apr. 3rd, 2025; published: Apr. 14th, 2025

Abstract

In recent years, with the implementation of policies such as the “Two-Invoice System” and “Volume-based Procurement”, as well as the increasingly fierce competition in the medical device market,

*通讯作者。

文章引用: 吴香茗, 李军祥, 黄宣哲. 医疗器械企业供应链管理绩效评价研究[J]. 建模与仿真, 2025, 14(4): 265-271.
DOI: 10.12677/mos.2025.144284

the medical device market has faced a more stringent regulatory and competitive environment, compelling enterprises to re-examine and improve their supply chain services. This paper takes Company J as a case study to evaluate the supply chain management performance of the enterprise, aiming to enhance the supply chain management service level of the enterprise. Based on the SCOR model, this paper constructs a supply chain performance evaluation system, determines relevant indicators and weights through expert interviews, and conducts a comprehensive evaluation of the supply chain management performance of Company J through the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Fuzzy Analysis. The analysis reveals that the supply chain management performance level of Company J is relatively low. It is suggested that a continuous improvement mechanism based on the PDCA cycle be adopted to form a cycle improvement model of problem identification - problem improvement - effect evaluation - experience summary, thereby continuously optimizing the supply chain management of Company J and improving the supply chain management performance.

Keywords

Medical Devices, Supply Chain Management, Performance Evaluation

Copyright © 2025 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

医疗健康关乎人们公共医疗安全问题，行业供应链管理具有一定的特殊性，既要保障常规时间供应链的合理规划和质量管理，也要在特殊时期有足够的市场响应速度，能够保障在面对突发医疗事故时能够有足够的供应能力。如在新冠疫情期间，市场需求的复杂多变、供应商的不稳定、运输环境的不可预期等情况，对于企业供应链是一个考验，完善的供应链管理可以使企业在面对这种突发卫生安全事件时可以从容应对。此外，随着医疗器械市场精致的越发激烈，构建高效的供应链管理也是企业核心竞争力的重要保障。目前，我国医疗器械市场正处于发展红利期，市场规模的进一步发展对医疗器械企业供应链管理提出了更高的要求，这对于医疗企业来说完善供应链管理绩效是势在必行的趋势。

对供应链管理绩效评价的研究，不同学者从不同的维度做了相关研究，包含从创新性研究、特定行业指标体系构建、结合模型的评价等等。以往的研究中，众多学者对供应链绩效评价的模型应用进行了广泛研究：卢超杨、王琦峰、方稚淇(2022)基于直觉模糊 VIKOR 构建了一套完善的制造业供应链绩效评价流程[1]。唐静秋(2023)基于层次分析 AHP 提出了基于新零售特点的供应链绩效评价指标评价体系[2]。黄玉桂(2023)和丁永慧(2024)基于供应链参考模型 SCOR 五大流程进行改进构建指标体系，结合层次分析对供应链绩效进行综合评价[3] [4]。李明(2021)从 PDCA 循环的框架构建了饲料企业供应链绩效评价体系[5]。程羽(2021)通过文献回顾评价分析了供应链绩效评价的相关模型应用情况，并基于 ROF 模型对农产品企业供应链绩效进行评价，创新性地构建了包括衡量资金流、物流和信息流的具体化供应链绩效评价指标[6]。贾鹏、董洁(2018)基于平衡记分卡 BSC 模型探讨了供应链绩效指标可拓优度评价[7]。周业付(2020)基于 AHP-FCE 模型对农产品供应链绩效进行了研究[8]。也有学者对不同场景下的供应链绩效管理进行了多元化研究：刘伟华等学者(2020)从面向国际产能合作的维度对供应链绩效影响因素进行了研究[9]。韩兵等学者(2024)探讨了精益管理对可持续供应链绩效的影响[10]。易婷婷(2021)基于协同知识、技术、管理创新与可持续供应链绩效的关系进行了研究[11]。罗恒等学者(2021)基于供应链环节对供应链绩效的作用路径探讨了第三方物流整合对供应链绩效的影响[12]。学者们通过多维度视角对供应链绩效评价展开了体

系化的探索,在理论框架创新、行业适配性优化和模型整合应用等层面形成了丰富的研究成果。近年来的研究不仅延续了供应链相关及传统模型的研究路径,更呈现出跨学科融合、动态评价体系构建和数字化技术赋能的显著趋势,为不同场景下的供应链绩效管理提供了多元化解决方案。本文将根据企业的实际情况,基于供应链参考模型 SCOR 构建供应链绩效评价指标框架,通过层次分析和模糊分析对医疗器械企业供应链绩效进行综合评价分析。

2. J 公司供应链管理现状

2.1. 供应链管理现状

J 公司是一家医疗器械销售企业,作为医疗器械流通商,供应链效能是其核心竞争力,因此 J 公司建立了较为完善的供应链体系。J 公司与国内外多家医疗器械生产企业建立了合作关系,并在内部构建了供应商绩效评价体系,以保障货源的质量和稳定性。在全国配置了上海仓、北京仓、成都仓、广州仓等多个分仓,以保障平配送效率。此外,为保障供应链整体绩效,近年来不断地在升级信息化管理系统和平台,以保障供应链高效运作。

J 公司医疗器械供应链以采购部门、仓库部门、业务部门为核心,连接外部供应商、终端客户及第三方合作企业。业务部门在接到销售订单,会及时通知仓库部门进行备货,采购部门会根据订单需求及仓库补货需求进行采购,供应商按照合同约定的时间、数量和规格将产品发往公司的自建仓和第三方仓库。仓库部门在收到货物后,进行入库检验,确保产品的数量、质量和规格均符合采购要求。配送环节中仓库部门根据订单信息开始备货,随后会安排第三方物流运输,将产品发往指定的分销商或终端客户。业务部门负责发货信息的确认和跟踪,确保货物能够安全、及时地送达目的地,并进行后续的售后服务。

2.2. 供应链管理存在的问题

1) 需求预测不精确

J 公司现行的需求预测体系仍以静态历史销售数据和已知订单为主要核心,缺乏对外部和多变的变量系统性整合与分析。如医保支付改革(DRG/DIP)对医院采购行为产生直接影响,企业未能及时了解政策的变动和带来的影响,导致器械耗材的需求预期偏离实际,也可以看出公司缺乏弹性响应机制。此外,公司因成本控制因素,采取的是保守的需求预测,导致缺货问题时常出现。为应对紧急订单启用的替代物料方案,要么从其他分仓补发货,这会导致运输成本增加;要么采取紧急采购,这会增加采购成本。

2) 供应商评价存在主观性

J 公司内部建立了供应商评价体系,由公司供应链主要部门进行评价。然而公司存在显著的部门本位主义倾向,不同部门基于各自立场和利益诉求,对同一供应商的评价往往大相径庭。业务部门追求交付的稳定性,倾向于质量稳定、供应速度快的供应商;质检部门则更看重产品质量与标准,这类供应商的成本往往较高;而采购部门受成本导向型 KPI 约束,倾向于选择成本最优的供应商。J 公司缺乏对各项评价指标进行科学合理的权重分配与整合,供应商评价体系内部各项指标相互独立,难以形成统一的评价基准,从而导致了供应商评价存在主观性。

3) 退换货处理难度大、成本高

医疗器械种类繁多,不同品类需匹配不同的质检流程,退货商品的品检与处理环节复杂。功能型耗材需通过原厂校准设备检测;无菌耗材因开封即失效特性,质量判定依赖人工目检与批次追溯,误判率较高。医疗器械属于特殊产品,其质量界定面临物理性微损难以量化、生物污染风险隐蔽性高的特点,因此争议性售后较多。争议性退换货质检需反复核查,消耗时间成本和人力成本。此外,争议性退换货导致和供应商、客户之间存在博弈行为。导致争议性退换货平均售后周期长达 15 个工作日,属于较低效

能的状态。这些问题造成了 J 公司退换货出来难度大、成本高、售后周期长的问题。

3. J 公司供应链管理绩效评价

3.1. 绩效指标体系构建

供应链绩效评价是一个多层次复杂的过程，涉及供应链管理的各个层面和环节，为了全面、准确地评价 J 公司的供应链绩效，需要构建一个科学、合理的绩效指标体系。本研究将基于 AHP 构建供应链绩效评价体系，通过多维度、多层次的深入分析，对 J 公司进行全面的供应链绩效评价。基于层次分析将 J 公司供应链绩效评价体系分为目标层、准则层、指标层三个层次，目标层是实现供应链管理的最优化；准则层是基于 SCOR 模型的绩效评价框架所构建的指标，包括可靠性、响应性、敏捷性、协同性、成本效益、资产效益。可靠性反映了供应链的稳定性，确保产品和服务能够按时、按质交付；响应性体现了供应链对订单需求的交付配送效率；敏捷性强调供应链的柔性，能够快速响应市场和供应变化；协同性衡量供应链各环节之间的协作效率；成本效益评估了供应链成本控制的有效性；资产效益反映了资产的有效利用率和资产的回报率。这些指标涵盖了供应链战略层面的全面考核，以此为二级指标能够综合评价 J 公司供应链绩效。指标层是基于准则层进行因素分解，结合企业管理层和专家意见选取对准则层影响权重较高的细化指标，如可靠性包好采购合格率、质量合格率、完全履约率、计划达成率、客户满意率等子指标。通过层次分析模型和 SCOR 模型构建了 J 公司战略层面和方案层面的指标体系，涵盖了从采购、库存管理到产品配送全过程的各项绩效点，确保能够全面评价 J 公司供应链的管理绩效。

3.2. 层次结构模型构建

根据层次分析结构构建目标层、准则层、方案层的层次结构，目标层为优化 J 公司供应链绩效管理，准则层为六个维度的二级指标，方案层为量化的三级次指标。根据 Santy 的 1~9 标度构建权重矩阵，通过矩阵对各指标对于上一层次因素的重要性比较，将各个指标的价值分为 $S_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ 。通过企业管理层和专家的访谈意见对各指标权重进行打分，从而构造完善的指标权重层次结构矩阵。

在构建矩阵的过程中，打分存在一定的主观性，对结果会有误差，因此需要进行一致性检验。当一致性比率 CI 值在合理的范围内，判断矩阵才具备合理性。本文通过计算得出 CR 值为 $0.035 < 0.1$ ，一致性检验通过。在通过一致性检验后，计算各指标的权重，可以看出可靠性 > 资产效益 > 响应性 > 敏捷性 > 成本效益 > 协同性。具体如表 1 所示：

Table 1. Weight distribution of supply chain performance indicators
表 1. 供应链绩效指标权重情况表

一级指标 (目标层)	二级指标 (准则层)	权重	三级指标(指标层)	权重	综合权重	排序
J 公司供应链 绩效评价	可靠性 A1	0.5352	采购合格率 A11	0.0675	0.0361	7
			质量合格率 A12	0.1727	0.0924	3
			完全履约率 A13	0.6086	0.3257	1
			计划达成率 A14	0.0436	0.0233	13
			客户满意率 A15	0.1076	0.0576	5
	响应性 A2	0.1834	采购周期准确度 A21	0.3029	0.0556	6
			配送时间准确性 A22	0.1667	0.0306	9
			计划交付周期 A23	0.5304	0.0973	2

续表

敏捷性 A3	0.0513	产品柔性 A31	0.4601	0.0236	11
		供应商柔性 A32	0.1659	0.0085	18
		交付柔性 A33	0.2746	0.0141	16
		配送柔性 A34	0.0994	0.0051	21
协同性 A4	0.0309	信息化系统配置率 A41	0.6086	0.0188	15
		信息传递准确性、及时性 A42	0.1682	0.0052	20
		信息共享程度 A43	0.0675	0.0021	24
		部门协作效率 A44	0.1076	0.0033	23
		第三方合作效率 A45	0.0481	0.0015	25
成本效益 A5	0.0781	计划成本 A51	0.3027	0.0236	12
		采购成本 A52	0.4234	0.0331	8
		库存成本 A53	0.1228	0.0096	17
		配送成本 A54	0.0870	0.0068	19
		质量成本 A55	0.0641	0.0050	22
资产效益 A6	0.1211	库存周转率 A61	0.5827	0.0706	4
		应收账款周转率 A62	0.2420	0.0293	10
		资产利润率 A63	0.1753	0.0212	14

3.3. 基于模糊分析绩效综合评价

本文采用模糊综合分析对 J 公司供应链服务水平进行综合评价,通过模糊分析模型可以有效确定 J 公司供应链绩效评价的分值。首先,利用层次分析确定 J 公司供应链绩效评价体系各指标的权重,按照层次分析选用多层次模糊综合评价法可以更合理确定指标体系中各个指标所占权重,进而判断出整体指标体系的综合评价结果。构建权重集向量 W 和模糊评价矩阵 R ,利用专家打分得到模糊评价结果 D 。对于评价集 $RA_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$ 中的 $A1$ 进行二级模糊评价,权重集为 $WA1 = (0.0675, 0.1727, 0.6086, 0.0436, 0.1076)$,两者相乘可得各项二级指标的模糊评价矩阵 B ,在完成三级指标因素模糊评价后,通过整合 $B1 \sim B5$ 可对项目的绩效评价水平进行评判,进而得出 J 公司供应链绩效评价水平以及各准则层的评价结果。模糊综合评价结果显示,整体绩效评价为 0.26432,属于较差等级。具体到各个准则层,可靠性 > 资产效益 > 响应性 > 敏捷性 > 成本效益 > 协同性。可靠性、响应性、敏捷性和成本效益的评价结果均为“一般”,协同性为“及格”,资产效益也为“一般”。这表明 J 公司在供应链的管理上存在较多不足,需要进一步提升,以达到更高的供应链绩效水平。

4. J 公司供应链绩效管理优化策略

1) 构建敏感型预测模型

J 公司需求预测模型一静态数据为主,缺少外部及其他多维度变量因素考量,因此需要构建动态多维度的需求预测模型。首先,应通过分解需求预测的影响因素,应建立相关动态数据库。如历史销售数据、病种流行病学数据、政策数据、库存数据等等,通过数据库可以及时的了解数据的变动情况和趋势,也可以为相关的大数据模型训练和处理提供数据支持。此外,动态多维度的需求预测模型需要构建指标和

权重体系。结合适配的模型,可以将需求预测因素分为多层次指标。如结合 PEST 模型可以把战略层的因素分为政策因素、经济因素、技术因素、行业环境因素等,通过战略层影响因素细化为可量化的战术层指标。此外,需结合大数据模型对相关影响因素指标进行动态权重分配,如当监测到医院采购形成数据调整时,系统自动将相关指标权重进行调整和提示。其次,J公司应该开放成本和需求预测的平衡模型,将库存持有成本与缺货损失量化关联,以达到成本控制和需求预测的最优化平衡。通过建立动态多层需求预测模型和成本控制与需求预测平衡能够有效解决 J 公司需求预测不精确的问题,从而提高为公司的供应链绩效。

2) 完善供应商管理体系

在 J 公司原有的供应商管理体系框架下,缺乏对供应商绩效进行系统性、定期量化的评估机制。因此,J公司需要构建并实施一套完善的绩效评估系统,为企业带来了多方面的显著优势。通过定期评估,使企业能够精准识别出在交货时效性、产品质量及供应可靠性方面表现卓越的供应商,进而优化供应链布局,显著提升整体运营效率。基于评估结果,企业能够更有效地进行合同谈判与价格策略调整,优化采购决策流程,有效削减采购成本,从而提升企业利润水平。此外,定期的绩效评估还充当了质量监控的重要角色,确保供应商提供的产品或服务严格符合企业标准及客户期望,进而提升客户满意度。

3) 完善售后管理机制

J公司供应链售后服务难度大、成本高、周期长的问题,需通过完善内外部的售后服务机制进行改进。首先应构建动态质检阈值管理模型,基于产品价值和风险二维矩阵的弹性质检标准。A类(货值<10元、低风险):采用“信用退货”模式,仅核查包装完整性,检测成本压缩83%;B类(10~50元或中风险):启用快速简化检测模式,在短期内报告。C类(>50元或高风险):维持全项检测,通过物联网提前获取使用数据优化检测项。其次,构建供应链协同责任机制。在使用端,向医疗机构免费或减免的形式提供智能耗材柜,自动记录产品领取、使用情况、剩余数量,数据实时上传云端存证,既可以为需求预测提供大数据,也可以减少退换货情况。在渠道端,实行退货绩效评价制度,将经销商退货合格率与其返利系数挂钩。在配送端,改进包装防篡改设计,如采用热敏显影技术,开封后自动生成可视标记。通过这些策略可以有效地减少和客户之前的博弈行为和减少售后成本,进而推动供应链整体的绩效。

5. 结论

本文基于医疗器械企业供应链绩效评价的研究,以 J 公司为案例研究对象,运用层次分析和模糊分析对 J 公司供应链管理绩效进行综合评价。根据分析结果显示 J 公司供应链管理绩效属于较差的水平,企业供应链管理还有很大的优化空间。基于此,本文建议构建供应链管理持续改进机制,形成问题识别-问题改进-效果评估-经验总结的循环改进模式,从而持续地优化 J 公司供应链管理,提高供应链管理绩效。

通过对供应链的绩效评价,企业能够更清晰地了解各节点的运营效率及问题识别,从而提高供应链效率、降低成本、提升质量与客户满意度、强化风险管理以及促进供应链协同与合作等方面都发挥着重要作用。因此,企业应高度重视供应链管理绩效评价工作,不断完善评价体系,以提高供应链的整体竞争力。

基金项目

国家自然科学基金(72071130, 71871144); 上海理工大学大学生创新基金(XJ2024137)。

参考文献

- [1] 卢超杨, 王琦峰, 方稚淇. 制造企业供应链创新的绩效评价研究[J]. 浙江万里学院学报, 2022, 35(5): 11-18.

-
- [2] 唐静秋. 新零售背景下永辉超市供应链绩效评价研究[J]. 中国储运, 2023(10): 113-114.
 - [3] 黄玉桂, 刘宇. 基于 AHP 的华为智慧供应链绩效评价[J]. 时代经贸, 2023, 20(3): 107-111.
 - [4] 丁永慧. 基于 SCOR 的零售企业供应链绩效评价研究[J]. 中国航务周刊, 2024(38): 73-75.
 - [5] 李明. 基于 PDCA 循环的饲料企业供应链优化探讨[J]. 饲料研究, 2021, 44(16): 116-120.
 - [6] 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.
 - [7] 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, 34(3): 44-48.
 - [8] 周业付. 基于 AHP-FCE 模型的农产品供应链绩效评价[J]. 统计与决策, 2020, 36(23): 178-180.
 - [9] 刘伟华, 王思宇, 贺登才. 面向国际产能合作的智慧供应链绩效影响因素——基于多案例的比较[J]. 中国流通经济, 2020, 34(9): 3-20.
 - [10] 韩兵, 王孟君, 徐述波, 等. 精益管理对可持续供应链绩效的影响——大数据分析和供应链整合角色分析[J]. 管理评论, 2024, 36(8): 237-246.
 - [11] 吴雅骊, 易婷婷. 零售企业协同知识、技术、管理创新与可持续供应链绩效的互动关系研究[J]. 商业经济研究, 2021(16): 117-120.
 - [12] 罗恒, 王莉芳. 第三方物流整合对供应链绩效的影响研究[J]. 管理学报, 2021, 18(3): 448-454.