

基于模糊聚类与层次分析法的物流配送中心选址研究

——以 A 公司为例

钱柯强

湖南工业大学经济与管理学院 湖南 株洲 412007

【摘要】：近年来，随着我国基建行业稳步发展，重型机械制造公司物流需求持续增长，原有配送中心布局逐渐暴露出负荷不均、运营成本高、应急响应能力弱等问题。本文以 A 重型机械制造公司为研究对象，结合公司物流运营现状，采用模糊聚类法划分配送服务区域，运用层次分析法构建综合评价体系筛选最优选址节点，并构建配送压力均衡模型验证方案有效性。结果表明，该组合方法可有效平衡各配送中心作业负荷，降低物流成本、提升配送效率。研究成果可为同类制造公司开展物流网络规划、配送中心选址提供实践参考。

【关键词】：物流配送中心选址；模糊聚类法；层次分析法

DOI:10.12417/3041-0630.26.09.049

1 研究背景

A 公司总部坐落于黑龙江齐齐哈尔，依托当地雄厚的工业基础与区位优势，发展成为知名重型机械制造公司。由于服务客户与施工项目遍布全国，地域分布零散，配送中心的布局合理性直接影响整体运营效率。为此，公司按地理区位划分东北、华北、中原、华中、华南、华东、西南、西北八大区域综合项目部，各区域再细分出三十余个地方子项目部，形成层级化物流配送网络。

在物流选址研究领域，国内外学者已结合不同场景探索出多种优化模型与算法。国内研究方面，众多学者聚焦智能算法与组合评价模型在物流选址中的应用：韦修喜等采用改进鸽群算法求解配送中心选址问题，提升了复杂场景下选址方案的求解精度^[1]；张卫凌、邵记安等将改进遗传算法分别应用于转运站与物流中心选址，并结合模糊综合判定构建二阶段决策体系，兼顾量化指标与定性因素^{[2][3]}；李晓星等融合 GA-BP 神经网络搭建仓库选址模型，为仓储类物流节点规划提供新思路^[4]。郭海峰等则利用聚类遗传算法开展应急物流选址，验证了聚类算法在区域节点划分中的实用价值^[5]。而国外相关研究更加侧重多渠道零售、供应链网络、路径选址联合优化等方向。Malik 等人针对双渠道零售场景，探究履约中心选址与物流网络布局策略^[6]。Liao、YANG 等围绕航运枢纽选址与线路规划展开研究，分析交通网络连通性对选址结果的影响^{[7][8]}。Abbasi 等结合突发公共卫生事件背景，针对冷链供应链构建选址路径联合优化模型，拓展了特殊工况下选址研究的边界^[9]。总体来看，现有研究已证实组合算法、智能算法在物流选址领域的优越性，但针对重型机械制造企业、面向全国大范围多节点的配送中心选址实践研究仍有待补充。

2 A 公司物流配送现存问题

随着国内基建市场持续扩容，A 公司业务规模稳步增长，原有配送中心的服务半径不断延伸，诸多运营短板逐渐凸显。各区域配送中心普遍面临作业负荷饱和的问题，直接推动物流运输、人力管理等综合成本攀升，配送时效与服务质量同步下降，严重阻碍企业国内市场的进一步拓展。工程项目受施工进度、场地地质条件、市场行情等多重因素影响，客户需求呈现多元化、随机性特征，临时加急订单层出不穷。公司现行物流体系灵活性不足，既定配送计划频繁被打乱，应急处置能力薄弱，继而引发仓储备货混乱、货物配送延迟、物资缺货断货等一系列问题。这不仅造成工期延误与物流资源无谓损耗，还大幅降低客户体验，导致客户流失，损害企业市场口碑。结合 2025 年八大区域项目部运营数据可知各区域业务体量、服务能力差距明显。西南、华南、西北区域新增业务量与新客户数量居高不下，但有效服务率和客户满意度处于低位，客户流失风险较高。此外，部分业务点位距离邻近区域配送中心路程更近、配送路线更优，却受原有行政区划划分限制，只能沿用原有配送路径，进一步加剧了各中心运力分配不均、服务水平参差不齐的现状。整体而言，A 公司传统配送布局与当下业务发展、市场需求已严重脱节。为摆脱运营困境、控制物流成本、提升综合服务能力，对现有配送中心进行重新选址与网络优化，成为企业降本增效、夯实市场竞争力的必然选择。

3 基于组合模型的配送中心选址分析

3.1 选址总体思路

先以 A 公司对配送中心选址为研究对象，首先采用模糊聚类方法对物流配送系统内所有需求节点的实际地理位置、实际业务需求量、潜在业务需求量和综合影响因子进行聚类研究，并划分出若干个服务区域。然后利用层次分析方法对影响区域

划分的其他因素按照不同的权重进行对比分析，并且综合考虑经济因素、环境因素和政策因素等客观条件进行分析，从而从区域物流需求节点中选出区域物流配送中心。再根据相似矩阵生成的动态聚类图，结合隶属度函数将A公司案例中的各物流节点按照一定的原则划分到各自归属的区域。

3.2 基于模糊聚类法划分服务区域

本文首先需要对物流配送中心选址的影响数据进行标准化处理，把不同量纲的影响数据压缩在[0, 1]的范围内，并且依据其影响程度的大小，通过对数据赋加权重的处理方法将这些具有不同量纲的物流配送中心选址影响数据进行预处理。先求解出n个样本的第j个指标的平均值和方差，对影响因素相关的原始数据进行标准化操作转换为一个具体的综合影响因子 X_{ij} 。

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, m)$$

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, m)$$

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}, \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$$

在对相关数据进行标准化处理，将所有影响数据压缩到区间[0, 1]后，按模糊聚类方法确定各个物流需求节点间的相似

系数，建立一个模糊相似矩阵和 x_i 与 x_j 的相似程度系数： $r_{ij} = R(x_i, x_j)$ ，若 r_{ij} 值越接近1，则表明这两个样本就越相似，两个需求点位置越接近，且实际业务量、潜在业务量和其他综合影响因素也非常相似；越接近0，则表明这两个样本差异越大，两个需求点位置越远，且实际业务量、潜在业务量和其他综合影响因素的差异性也越大。

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & i = j, \\ \frac{1}{M} \sum_{k=1}^4 x_{ik} x_{jk}, & i \neq j, j = 1, 2, \dots, N \end{cases}$$

$$M = \max(\sum_{k=1}^4 x_{ik} x_{jk}), i, j = 1, 2, \dots, N$$

通过动态聚类图结合各节点隶属关系将物流需求点进行区域划分。其中隶属度函数反映了节点是否均衡划分的准确率，根据区域物流配送节点的各类影响因素特性，设计了一种梯形的隶属度函数，如图2所示。以图2中a区域为例，当节点的隶属度大于0.5时，则将该节点隶属于区域a，当节点在区域a的隶属度小于0.5时，则参考邻近区域的隶属度值；当节点在区域a-1内的隶属度大于0.5，则将节点划分为区域a-1。

依据A公司各物流需求节点的位置数据和2025年的业务需求量，通过上文方法可得其动态聚类图，并根据相似矩阵、动态聚类图以及选择配送中心的相关原则，划分出各个物流节点的所归属的区域，如下表1所示：

表1 各物流节点所归属区域

区域1	区域2	区域3	区域4	区域5	区域6	区域7
1, 2, 3, 6	4, 5, 8, 9, 10	11, 13, 14, 15, 17	16, 18, 19, 20	21, 22, 23	24, 25, 26, 27, 30	7, 12, 28, 29, 31

3.3 应用层次分析法确定配送中心区域

确定了区域配送中心的选址目标，结合各物流配送中心选址影响因素之间的相互关系，通过相互比较各影响因素的影响程度，并且赋予各影响因素的权重值，通过对赋权重值之后的影响因素的专业评分，得到该区域的最佳选址方案。经过实际情况的调研，确定出最受关注的影响因素，依据问题的特点，层次结构图主要设计为三个部分，即目标层、准则层和具体方案实施层。

结合影响物流配送中心选址的各影响因素所对应的权重，为各物流配送中心选址区域内所包含的所有物流需求节点的选址因素进行综合性的评价和分析，选择出各物流配送区域中所得评分最高的物流需求节点最具优势。案例中的31个物流需求节点确定出7个物流配送中心，其中在区域1中，物流配送中心为第6个物流需求节点；在区域2中，物流配送中心为

第9个物流需求节点；在区域3中，物流配送中心为第17个物流需求节点；在区域4中，物流配送中心为第21个物流需求节点；在区域5中，物流配送中心为第16个物流需求节点；在区域6中，物流配送中心为第27个物流需求节点；在区域7中，物流配送中心为第31个物流需求节点。

4 结论与启示

在市场竞争持续加剧的当下，物流配送的效率、服务时效成为影响公司经营发展的关键因素，现代物流管理技术也得到各行各业的广泛应用。配送中心作为物流网络的核心节点，其选址规划直接决定整体物流运营水平，是制造公司亟待解决的重点问题。结合A重型机械制造公司的选址实践，本文总结出两点实践启示。针对公司原有配送区域划分粗放、各中心作业负荷失衡的痛点，模糊聚类结合层次分析法是解决多节点配送中心选址问题的有效手段。该公司原本依据地理大区简单划分服务范围，区域资源配置不合理。本次研究先运用模糊聚类算

法,结合物流节点区位、现有业务量、潜在业务量及综合影响因素重新划分配送区域;再通过层次分析法对经济、环境、政策等多重影响因素赋予对应权重,开展综合评价,精准选定各区域最优配送点位。该组合方法逻辑严谨、实用性强,能够有效破解区域配送压力不均的难题。与此同时,配送中心选址规划需要立足公司长远发展,摒弃只关注短期运营的传统思路。

本次研究在方案设计中,既核算当前实际业务规模,也充分预判未来潜在业务增量;同时结合区域交通现状与地方整体发展规划,将道路升级、路网完善等远期交通条件纳入分析范畴。这种兼顾当下需求与未来趋势的规划思路,能够让物流布局与公司发展战略相匹配,持续提升物流体系的稳定性与综合服务能力。

参考文献:

- [1] 韦修喜,魏超,黄华娟.求解物流配送中心选址问题的改进鸽群算法[J].燕山大学学报,2023,47(2):175-188.
- [2] 张卫凌,刘涛.基于改进遗传算法的生活垃圾转运站选址问题[J].现代城市研究,2022(8):92-98,105.
- [3] 邵记安,魏文红,张宇辉,等.结合模糊综合判定和改进遗传算法的二阶段物流中心选址方法[J].东莞理工学院学报,2023,30(5):34-43.
- [4] 李晓星,陈玲,南旭东,等.基于 GA-BP 神经网络战储仓库选址决策模型[J].兵工自动化,2024,43(7):74-78
- [5] 郭海峰,宋骊颖,李富强.基于聚类遗传算法的应急物流选址研究[J].信息技术与信息化,2024(1):94-97.
- [6] MALIK A, VIDYARTHI N. Fulfillment center location and network design in dual-channel retailing[J]. Networks and Spatial Economics, 2024,24(4):1-35.
- [7] LIAO J. The study on site selection of fresh food logistics distribution center of large supermarket chains[J]. Academic Journal of Business & Management, 2022,4(16):1-8.
- [8] YANG L, ZHENG J, WANG J. Hub port location and routing for a single-hub feeder network: Effect of liner shipping network connectivity[J]. Transport Policy, 2025,160(1):212-227.
- [9] ABBASI S, MOOSIVAND M, VLACHOS I, et al. Designing the Location-Routing Problem for a cold supply chain considering the COVID-19 Disaster[J]. Sustainability, 2023,15(21):15490.