

新疆水产品电商冷链物流中心选址研究

朱 星

武汉科技大学管理学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2025年1月9日; 录用日期: 2025年1月24日; 发布日期: 2025年2月28日

摘 要

以新疆水产品养殖业积极寻求与主流电商平台发展为背景, 针对新疆地理位置偏远和冷链物流体系的不完善问题, 对新疆内部14个水产品生产地区地形地貌和日夜平均温度进行调研。对地形地貌、日间气温和夜间气温三个成本指标进行定量评价, 估计出当地运费率的权重。结合新疆水产品产量数据, 运用多重心法和精确重心法进行建模选址。通过多次迭代计算, 确定新疆内部冷链物流运输成本最低的两个物流节点为昌吉回族自治州和阿克苏地区。

关键词

水产品, 冷链物流, 多重心法, 选址

Research on Location Selection of Xinjiang Aquatic Products E-Commerce Cold Chain Logistics Center

Xing Zhu

School of Management, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan Hubei

Received: Jan. 9th, 2025; accepted: Jan. 24th, 2025; published: Feb. 28th, 2025

Abstract

Based on the background that the aquatic product aquaculture industry in Xinjiang actively seeks to develop with the mainstream e-commerce platform, in view of the remote geographical location of Xinjiang and the imperfection of the cold chain logistics system, the topography and average temperature of 14 aquatic product production areas in Xinjiang were investigated. The weight of the local freight rate is estimated by quantitative evaluation of three cost indicators: topography, daytime air temperature and nighttime air temperature. Combined with the production data of aquatic

products in Xinjiang, the multi-center method and the precise center of gravity method are used to model the location. Through multiple iterations, it is determined that the two logistics nodes with the lowest transportation cost of internal cold chain logistics in Xinjiang are Changji Hui Autonomous Prefecture and Aksu region.

Keywords

Aquatic Products, Cold-Chain Logistics, Multiple Center Method, Site Selection

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

新疆的水产品养殖业近年来取得了显著的发展，目前正积极与主流电商取得合作。2023 年京东物流与乌鲁木齐高新区(新市区)电商协会达成合作。与此同时，新疆顺丰速运有限公司北屯市分公司联合新疆好生意电商服务有限公司富裕民间旗舰店在淘宝网推出阿勒泰“冰川雪蟹”。这些合作和努力表明，新疆的水产品正在通过电商平台，成功进入全国市场。

新疆位于亚欧大陆内陆，远离海洋，但通过“海鲜陆养”模式，即在陆地上营造类似于海洋的生态环境，成功实现了海产品的养殖。新疆不仅养殖了三文鱼、南美白对虾、螃蟹、龙虾等海鲜，还成功养殖了澳洲淡水龙虾、冰川雪蟹、石斑鱼、鲍鱼、西伯利亚鲑鱼、裸重唇鱼和河鲈等多种水产品。这些成就得益于新疆独特的地理环境和先进的养殖技术。新疆的水产品养殖业不仅丰富了当地居民的餐桌，还提供了物美价廉的产品，并在国内外市场上受到欢迎。例如，新疆的三文鱼已经出口到新加坡、马来西亚等国家。

新疆地处偏远，想要将其高品质的海产品运输到国内外市场，则面临着较高的物流成本挑战。新疆作为中国陆地面积最大的省级行政区，面积达到 166.49 万平方千米，在物流运输上，其面临的首要挑战就是其内外部的物流运输成本过高。其次，冷链物流设备主要依靠柴油机驱动的蒸汽压缩制冷系统，存在能耗高、设备成本高等缺陷[1]。我国很多海产品冷链设施相对落后导致海产品冷链物流成本居高不下[2]，是面临的第二个挑战。目前基于以上背景，就新疆内部冷链物流配送中心选址进行研究，并给出了选址方案，以增设物流节点，旨在降低其运输成本，增加新疆海产品的竞争力。

2. 物流节点选址模型与算法发展现状

物流节点选址是物流管理和供应链管理中的一个关键决策过程，它涉及到选择最佳的地理位置来设立仓库、配送中心、工厂或其他物流设施。在实际操作中，物流选址通常涉及到复杂的决策分析和数学模型，如中心性分析、线性规划、整数规划等。此外，地理信息系统(GIS)和其他先进技术也常被用于辅助选址决策，以提供更精确的数据分析和可视化支持。

2.1. 物流节点选址模型的发展现状

一些常用的物流选址模型有中心性模型、网络流量模型、设施布局模型、多目标选址模型、风险评估模型、灵活选址模型、整合选址模型等。王小雨等[3]利用 AHP 法构建选址评价体系，将多维度分析与 GIS 相结合，在改进的重心法分析下使得选址结果更加科学。在选址问题上，分为连续选址问题和离散

选址问题, 马龙飞等[4]对传统模型进行改进, 将随机需求变量引入离散型选址模型, 利用随机规划理论和遗传算法对实例模型进行求解。Zhang [5]等在确定冷链配送中心的最佳位置和规模时, 加入碳排放交易价格的变化对选址模型的影响。Zhang [6]在冷链模型也考虑了交通状况对总配送成本、新鲜产品新鲜度和碳排放的多重影响。Liu [7]等在求解过程中引入保鲜动力学, 研究推导出产品新鲜度最大保持范围和零售商在线订单应考虑的最远距离, 并分析了三种情况: 自营、外包和混合模式。Rahmanifar [8]等构建了一个包含在线零售商和第三方物流服务提供商的分析模型, 零售商在有限的预算下, 需要在保持产品新鲜度和配送距离之间寻求平衡。李桂娥[9]构建了一种冷链物流多层级配送中心连续选址模型, 将连续选址问题转换为多源 Weber 问题, 采用启发式算法对其进行求解。

2.2. 物流节点选址的求解算法

解决现实生活的复杂优化问题, 常用的物流节点选址算法有遗传算法、模拟退火算法、粒子群优化算法、Dijkstra 算法等。王敏等[10]首次提出了采用遗传算法来求解冷链物流节点选址问题。王曼等[11]构建了基于双层规划的多级地下物流节点选址优化模型, 并利用模拟退火-贪心算法求解一级、二级物流节点位置及各节点间可运输的最大货运量。张晓涵等[12]充分考虑物流运输的总成本, 在降低成本基础上利用 PSO 算法对物流节点运转进行优化, 完成了地下物流双层规划模型, 为地下物流多级节点选择规划提供依据。黄建新等[13]从运筹学的角度出发, 运用 Dijkstra 算法对农产品物流节点选址进行分析, 求解以得到农产品物流的最佳选址方案。宋月亭等[14]针对物流网络设计中的关键物流配送节点选址问题传统算法的局限性, 结合 Page-rank 算法和贪心算法, 设计了一种考虑交通拥堵情况和节点利用率的连续型多物流节点选址算法。

2.3. 物流节点选址的发展展望

物流节点选址是一个复杂且多方面的问题。近年来, 大数据、云计算、物联网和人工智能等新技术迅猛发展。这些技术的进步为物流节点的选址决策提供了更多的可能性。窦志武等[15]认为目前在物流节点选址上很少有考虑供应链系统的整体效益或者是整个物流生态系统的研究。随着大数据、云计算、物联网和人工智能技术等新基础设施的发展, 供应链将呈现全流程数字化发展趋势, 响应速度更加灵活和敏捷, 这对物流节点选址将带来新的变化和挑战, 如何应对也将是新的研究方向。Wang [16]等利用高维信息数据, 更加精确地评估生鲜产品冷链物流, 为相关成本的优化提供有价值的见解。冯阿芳[17]认为物流配送中心在选址的过程中应积极使用大数据技术, 从而对运输成本进行降低。在选址过程中, 需要考虑众多因素, 包括经济、政治、社会和自然因素等。例如, 选址时要考虑当地的市场情况、是否接近客户、基础设施的完善程度、成本、劳动力成本、政策支持、生活习惯、宗教信仰、生活水平、社区环境、气候条件等。这些因素都会直接影响到物流节点的运营效率和成本。

总的来说, 物流节点选址的未来发展将更加依赖于先进的技术和数据分析, 同时需要综合考虑多方面的因素, 以实现物流系统的高效和优化运作。

3. 新疆水产品生产基地分布

新疆的水产品生产基地主要分布在利用当地特有的盐碱地资源进行养殖的区域。如位于帕米尔高原东部的红旗农场水产养殖基地和位于新疆图木舒克市的新疆时时鲜水产有限公司主要养殖罗非鱼、南美白对虾、斑节虾、青蟹等海鲜。位于新疆阿图什市的盐碱水还原海水海鲜智能养殖基地主要养殖石斑鱼、生蚝等海产品。新疆的伊犁州尼勒克县是新疆最大的三文鱼养殖区。根据新疆维吾尔自治区统计局最新数据, 新疆地区水产品产量见表 1。

Table 1. Situation of seafood production in Xinjiang
表 1. 新疆地区海产品生产情况

地区	产量(吨)	坐标
乌鲁木齐市	5915	87.62, 43.83
克拉玛依市	682	84.89, 45.58
吐鲁番市	404	89.25, 42.97
哈密市	586	93.51, 42.82
昌吉回族自治州	20,062	87.31, 44.01
伊犁哈萨克自治州	18,354	81.32, 43.92
塔城地区	4506	82.98, 46.75
阿勒泰地区	9957	88.14, 47.84
博尔塔拉蒙古自治州	883	82.07, 44.91
巴音郭楞蒙古自治州	6293	86.15, 41.76
阿克苏地区	21,204	80.27, 41.17
克孜勒苏柯尔克孜自治州	310	76.17, 39.72
喀什地区	14,479	75.99, 39.47
和田地区	5276	79.92, 37.11

4. 利用多重心法对新疆水产品物流节点进行建模

4.1. 影响新疆各地区的运费率因素

新疆地域辽阔，州县之间较为分散，公路运输仍然是疆内物流的主要方式。冷链运输车的油耗是影响该地区运费率的重要因素。对于自然地形对汽车油耗的影响，主要是通过能源消耗和运转设备旧影响交运输营运运行效率进而影响交通运输成本的。不同自然地形条件下交通运输活动消耗的能源量不同。机车在自然地形起伏大、道路坡度大、曲线大的地区运行需要进行连续的制动、加速、转向等活动，这些活动会增加机车的能源消耗；另外受自然地形条件的影响这些地区的道路坡度、曲线以及路基等有一定限制机车在这些地区营运所能承载的载重量有限造成完成单位运输产品的运输所需消耗的能源要多[18]。对于气温对汽车油耗的影响，一天之中气温会随着时间的变化而变化，在不同气温下为维持产品在适宜的低温，冷藏运输车的油耗会随着温度的上升而增加，这就使得冷链物流配送商在配送时必须额外考虑气温的变化[19]。

因此，在各个地区的公路运输费率上，将自然地形和当地环境气温结合进行综合评价，认为自然地形复杂的地区和环境温度较高的地区的运费率较高，进而利用线性加权和法对该地区的运费率做一个权重估计。

在此，根据查阅关于新疆 14 个地区的地形资料，对 14 个不同地形地貌的地区进行运费率的估计。新疆各地区海产品生产地地形见表 2。

新疆各地区的地形复杂度分布见图 1。这个分布是基于对各地区的地形类型多样性和地形特征的复杂性进行的主观评分。评分越高，表示该地区的地形复杂度越高。需要注意的是，这种评分是基于对各地区的地形特点进行的综合评估，因此具有一定的主观性。

Table 2. Terrain of seafood production in Xinjiang
表 2. 新疆地区海产品生产地地形

序号	地区	地形地貌	平均气温(夜间~日间)
1	乌鲁木齐市	地形多样，包括山地、丘陵和平原。	4℃~13℃
2	克拉玛依市	以平原和沙漠为主，地形类型相对较少。	5℃~14℃
3	吐鲁番市	地形以盆地和沙漠为主，地形类型相对较少。	11℃~23℃
4	哈密市	地形多样，包括山地、平原和沙漠，但相对其他地区，地形类型和复杂度较低。	4℃~19℃
5	昌吉回族自治州	地形包括山地、丘陵、平原等，地形类型较为多样。	4℃~14℃
6	伊犁哈萨克自治州	地形复杂，包括高山、高原、丘陵、盆地和谷地，地形类型多样。	4℃~18℃
7	塔城地区	地形多样，包括山地、丘陵、平原和沙漠。	3℃~15℃
8	阿勒泰地区	以山地和高原为主，地形较为复杂。	0℃~12℃
9	博尔塔拉蒙古自治州	地形多样，包括山地、丘陵、平原和湖泊。	4℃~7℃
10	巴音郭楞蒙古自治州	地形包括山地、高原、盆地和沙漠，地形类型较为多样。	20℃~33℃
11	阿克苏地区	地形多样，包括山地、平原和沙漠。	6℃~19℃
12	克孜勒苏柯尔克孜自治州	地形以山地为主，占 90%以上，地势起伏大，包括高山、中山和低山带，以及多个山间谷地和盆地，地形类型多样且复杂。	16℃~18℃
13	喀什地区	三面环山，包括天山南脉、帕米尔高原和喀喇昆仑山，以及塔克拉玛干大沙漠，地形包括高山、高原、沙漠、绿洲等，地形类型多样且复杂。	6℃~17℃
14	和田地区	地形包括高山、中山、低山、山麓倾斜平原、沙漠区等，地形类型多样且复杂。	9℃~20℃

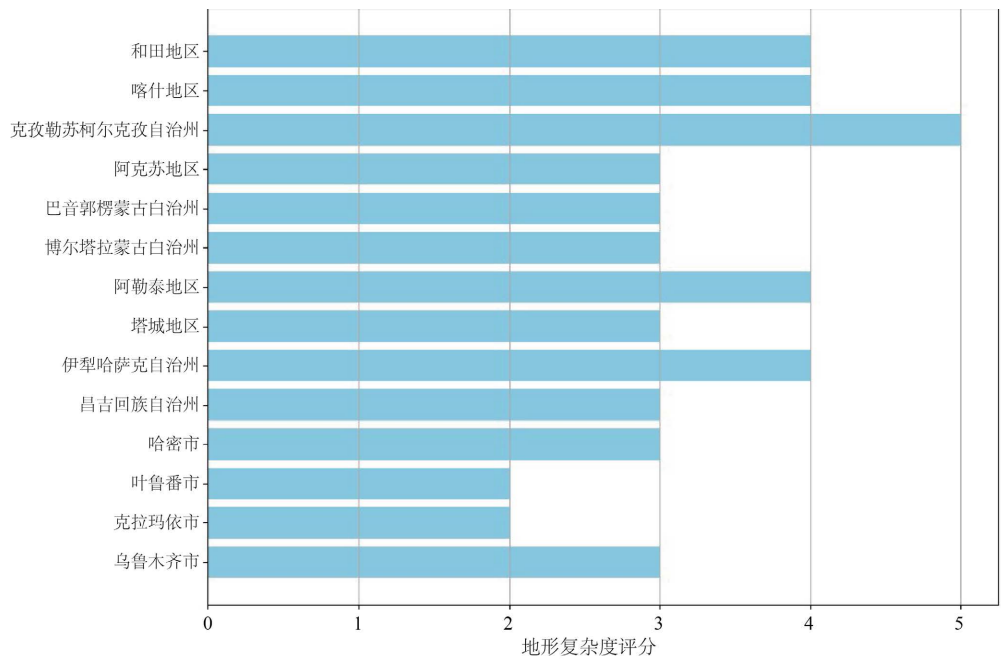


Figure 1. Topographic complexity scores of different regions in Xinjiang
图 1. 新疆各地区地形复杂程度评分

4.2. 利用线性加权法进行运费率权重估计

影响运费率的成本指标见表 3。

Table 3. Cost indicators affecting freight rates

表 3. 影响运费率的成本指标

地区	地形复杂程度	夜间气温(°C)	日间气温(°C)
乌鲁木齐市	3	4	13
克拉玛依市	3	5	14
吐鲁番市	2	11	23
哈密市	3	4	19
昌吉回族自治州	3	4	14
伊犁哈萨克自治州	4	4	18
塔城地区	3	3	15
阿勒泰地区	4	0	12
博尔塔拉蒙古自治州	3	4	7
巴音郭楞蒙古自治州	3	20	33
阿克苏地区	3	6	19
克孜勒苏柯尔克孜自治州	5	16	18
喀什地区	3	6	17
和田地区	4	9	20

接下来，利用极差变化对表 3 进行标准化处理。对于成本性指标，标准化处理公式为：

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}; (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (1)$$

这种标准化处理方法的特点是对于每个预处理后的评价值有 r_{ij} 在 0 到 1 的区间内，并且对于每个指标，总有一个最优值 1 和最差值为 0，因此在评价时会对最差值作较大惩罚。

极差变化标准化处理后运费率的成本指标见表 4。

Table 4. Cost indicators of freight rates after standardized treatment of range changes

表 4. 极差变化标准化处理后运费率的成本指标

地区	地形复杂程度	夜间气温(°C)	日间气温(°C)
乌鲁木齐市	0.33	0.2	0.23
克拉玛依市	0.33	0.25	0.27
吐鲁番市	0	0.55	0.62
哈密市	0.33	0.2	0.46
昌吉回族自治州	0.33	0.2	0.27
伊犁哈萨克自治州	0.67	0.2	0.42
塔城地区	0.33	0.15	0.31

续表

阿勒泰地区	0.67	0	0.19
博尔塔拉蒙古自治州	0.33	0.2	0
巴音郭楞蒙古自治州	0.33	0.05	1
阿克苏地区	0.33	0.3	0.46
克孜勒苏柯尔克孜自治州	1	0.8	0.42
喀什地区	0.33	0.3	0.38
和田地区	0.67	0.45	0.5

线性加权法对 n 个标准化的指标构造如下评价函数：

$$U(A_i) = \sum_{j=1}^n \omega_j r_{ij}; (i = 1, 2, \dots, m) \tag{2}$$

式中， $\omega_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$ ； ω_j 为 n 个指标的权重系数，满足 $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ 。

合理假设地形复杂程度的权重为 0.5，夜间气温的权重为 0.25，日间气温的权重为 0.25，进行地区的运费率权重估计。新疆各地区运费率估计见表 5。

Table 5. Freight rate estimation in Xinjiang
表 5. 新疆各地区运费率估计

地区	地形复杂程度 (权重 0.5)	夜间气温(℃) (权重 0.25)	日间气温(℃) (权重 0.25)	运费率
乌鲁木齐市	0.33	0.2	0.23	0.27
克拉玛依市	0.33	0.25	0.27	0.30
吐鲁番市	0	0.55	0.62	0.29
哈密市	0.33	0.2	0.46	0.33
昌吉回族自治区	0.33	0.2	0.27	0.28
伊犁哈萨克自治州	0.67	0.2	0.42	0.49
塔城地区	0.33	0.15	0.31	0.28
阿勒泰地区	0.67	0	0.19	0.38
博尔塔拉蒙古自治州	0.33	0.2	0	0.22
巴音郭楞蒙古自治州	0.33	0.05	1	0.43
阿克苏地区	0.33	0.3	0.46	0.36
克孜勒苏柯尔克孜自治州	1	0.8	0.42	0.81
喀什地区	0.33	0.3	0.38	0.34
和田地区	0.67	0.45	0.5	0.57

4.3. 新疆水产品物流节点选址

以上述表 1 的 14 个地区作为生产供应点，利用精确重心法，选出冷链物流枢纽。重心法是一种确定仓库位置的方法，它基于物流成本的计算，特别是运输成本[20]。这种方法假设运输成本与运输距离成正

比，并考虑到各地点的货物需求量。精确重心法的目的是找到这样一个地点，该地点到所有需求点的加权平均距离最小，从而最小化总的运输成本。

Table 6. Xinjiang production area coordinates, annual transportation volume and freight rate table
表 6. 新疆各生产地区坐标、年运输量及运费率表

序号	地区	运输量(吨)	运费率	坐标
1	乌鲁木齐市	5915	0.27	87.62, 43.83
2	克拉玛依市	682	0.30	84.89, 45.58
3	吐鲁番市	404	0.29	89.25, 42.97
4	哈密市	586	0.33	93.51, 42.82
5	昌吉回族自治州	20,062	0.28	87.31, 44.01
6	伊犁哈萨克自治州	18,354	0.49	81.32, 43.92
7	塔城地区	4506	0.28	82.98, 46.75
8	阿勒泰地区	9957	0.38	88.14, 47.84
9	博尔塔拉蒙古自治州	883	0.22	82.07, 44.91
10	巴音郭楞蒙古自治州	6293	0.43	86.15, 41.76
11	阿克苏地区	21,204	0.36	80.27, 41.17
12	克孜勒苏柯尔克孜自治州	310	0.81	76.17, 39.72
13	喀什地区	14,479	0.34	75.99, 39.47
14	和田地区	5276	0.57	79.92, 37.11

在算法求解上，首先采用重心法选取初试迭代点。其公式为：

$$x_0^0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n c_j \omega_j x_j, y_0^0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n c_j \omega_j y_j \tag{3}$$

然后计算该点到各生产点的直线距离 d_{jj} 和费用 H^0 。其公式为：

$$d_j = \sqrt{(x_0^0 - x_j)^2 + (y_0^0 - y_j)^2}, H^0 = \sum_{j=1}^n c_j \omega_j d_j \tag{4}$$

其中， c_j 为运费率， ω_j 为运输量。

接下来，令

$$x_0^1 = \frac{\sum_{j=1}^n c_j \omega_j \frac{x_j}{d_j}}{\sum_{j=1}^n c_j \frac{\omega_j}{d_j}}, y_0^1 = \frac{\sum_{j=1}^n c_j \omega_j \frac{y_j}{d_j}}{\sum_{j=1}^n c_j \frac{\omega_j}{d_j}}, H^1 = \sum_{j=1}^n c_j \omega_j d_j \tag{5}$$

最后，若 $H^0 \leq H^1$ ，运费已无法减小，输出最优解 (x^0, y^0) 和 H^0 ，否则一直迭代，直至总费用最小。
新疆本身内部疆域辽阔，一个物流节点数量是不能满足规划内区域全部服务对象的服务需求的。合理假设需要设立 2 个物流节点。利用多重重心法分组后再运用精确重心法来确定多个物流节点的位置是比较合理的。

首先，将 14 个地区分为 2 组，初步分为{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}、{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14}两组，每组设立

一个物流集中节点。

然后，按精确重心法进行迭代计算，求出 2 个物流集中点的地址坐标为：(P₁, Q₁) = (81.32, 43.92)，(P₂, Q₂) = (80.27, 41.17)。

接下来，计算各生产地区到这 2 个物流节点的送货运输费用，计算结果见表 7。

Table 7. Location allocation scheme and transportation cost for the first iteration
表 7. 第一次迭代的选址分配方案及运输费用

序号	地区	坐标	到(P ₁ , Q ₁)的运费	到(P ₂ , Q ₂)的运费
1	乌鲁木齐市	87.62, 43.83	10062.44	12483.39
2	克拉玛依市	84.89, 45.58	805.52	1306.76
3	吐鲁番市	89.25, 42.97	935.72	1073.02
4	哈密市	93.51, 42.82	2366.88	2580.16
5	昌吉回族自治州	87.31, 44.01	33651.78	42642.83
6	伊犁哈萨克自治州	81.32, 43.92	0	26473.48
7	塔城地区	82.98, 46.75	4139.48	7826.54
8	阿勒泰地区	88.14, 47.84	29763.43	39033.33
9	博尔塔拉蒙古自治州	82.07, 44.91	241.27	806.3
10	巴音郭楞蒙古自治州	86.15, 41.76	14317.35	15991.12
11	阿克苏地区	80.27, 41.17	22470.08	0
12	克孜勒苏柯尔克孜自治州	76.17, 39.72	1668.68	1092
13	喀什地区	75.99, 39.47	34181.6	22671.04
14	和田地区	79.92, 37.11	20908.14	12255

按运输费用最低的节点运货原则重新分组，调整后的分组情况为：{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10}和{11, 12, 13, 14}。

按第一次迭代后的分配方案进行重新选址，应用精确重心法进行第二次迭代计算，求出 2 个物流节点新的地址坐标为：(P₁, Q₁) = (85.63, 44.20)，(P₂, Q₂) = (80.27, 41.17)。再次计算各生产地区到这 2 个新的物流节点的送货运输费用，计算结果见表 8。

Table 8. Location allocation scheme and transportation cost for the second iteration
表 8. 第二次迭代的选址分配方案及运输费用

序号	地区	坐标	到(P ₁ , Q ₁)的运费	到(P ₂ , Q ₂)的运费
1	乌鲁木齐市	87.62, 43.83	3232.6	12483.39
2	克拉玛依市	84.89, 45.58	320.38	1306.76
3	吐鲁番市	89.25, 42.97	447.93	1073.02
4	哈密市	93.51, 42.82	1547.03	2580.16
5	昌吉回族自治州	87.31, 44.01	9497.33	42642.83
6	伊犁哈萨克自治州	81.32, 43.92	38843.52	26473.48
7	塔城地区	82.98, 46.75	4640	7826.54

续表

8	阿勒泰地区	88.14, 47.84	16729.47	39033.33
9	博尔塔拉蒙古自治州	82.07, 44.91	705.19	806.3
10	巴音郭楞蒙古自治州	86.15, 41.76	6750.89	15991.12
11	阿克苏地区	80.27, 41.17	47000.24	0
12	克孜勒苏柯尔克孜自治州	76.17, 39.72	2628.31	1092
13	喀什地区	75.99, 39.47	52861.18	22671.04
14	和田地区	79.92, 37.11	27376.89	12255

按运输费用最低的节点运货原则重新分组，调整后的分组情况为：{1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10}和{6, 11, 12, 13, 14}。按第二次迭代后的分配方案进行重新选址，应用精确重心法进行第三次迭代计算，求出 2 个物流节点新的地址坐标为：(P₁, Q₁) = (87.31, 44.01)，(P₂, Q₂) = (80.27, 41.17)。再次计算各生产地区到这 2 个新的物流节点的送货运输费用，计算结果见表 9。

Table 9. Location allocation scheme and transportation cost for the third iteration
表 9. 第三次迭代的选址分配方案及运输费用

序号	地区	坐标	到(P ₁ , Q ₁)的运费	到(P ₂ , Q ₂)的运费
1	乌鲁木齐市	87.62, 43.83	572.49	12483.39
2	克拉玛依市	84.89, 45.58	590.2	1306.76
3	吐鲁番市	89.25, 42.97	257.89	1073.02
4	哈密市	93.51, 42.82	1220.84	2580.16
5	昌吉回族自治州	87.31, 44.01	0	42642.83
6	伊犁哈萨克自治州	81.32, 43.92	53876.91	26473.48
7	塔城地区	82.98, 46.75	6464.99	7826.54
8	阿勒泰地区	88.14, 47.84	14827.8	39033.33
9	博尔塔拉蒙古自治州	82.07, 44.91	1032.83	806.3
10	巴音郭楞蒙古自治州	86.15, 41.76	6850	15991.12
11	阿克苏地区	80.27, 41.17	57947.41	0
12	克孜勒苏柯尔克孜自治州	76.17, 39.72	2997.5	1092
13	喀什地区	75.99, 39.47	60041.54	22671.04
14	和田地区	79.92, 37.11	30405.49	12,255

按运输费用最低的节点运货原则重新分组，调整后的分组情况为：{1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10}和{6, 9, 11, 12, 13, 14}。按第三次迭代后的分配方案进行重新选址，应用精确重心法进行第四次迭代计算，求出第一个物流节点新的地址坐标为(P₁, Q₁) = (87.31, 44.01)，见图 2。第二个物流节点新的地址坐标为(P₂, Q₂) = (80.27, 41.17)，见图 3。这与第三次迭代计算的结果相同。因此，这一物流服务分配方案为最佳方案。

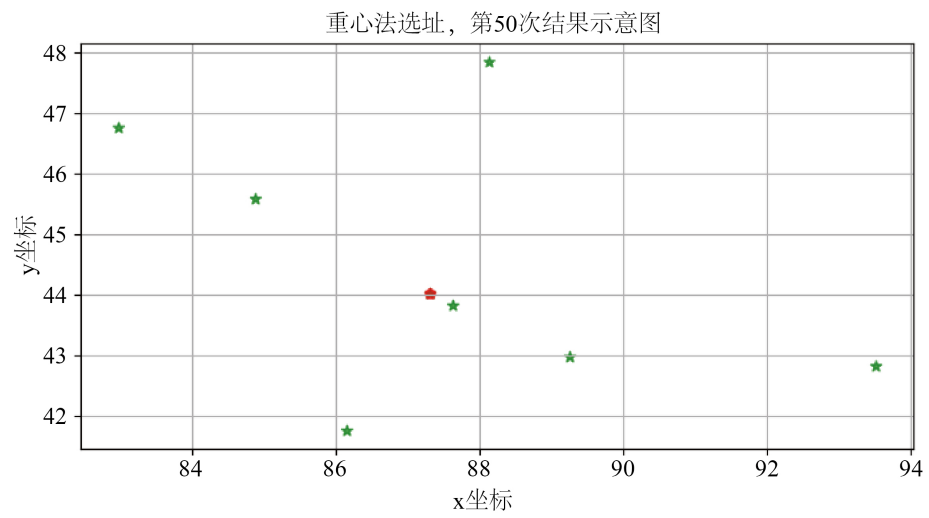


Figure 2. Site selection of the first logistics node
图 2. 第一个物流节点选址

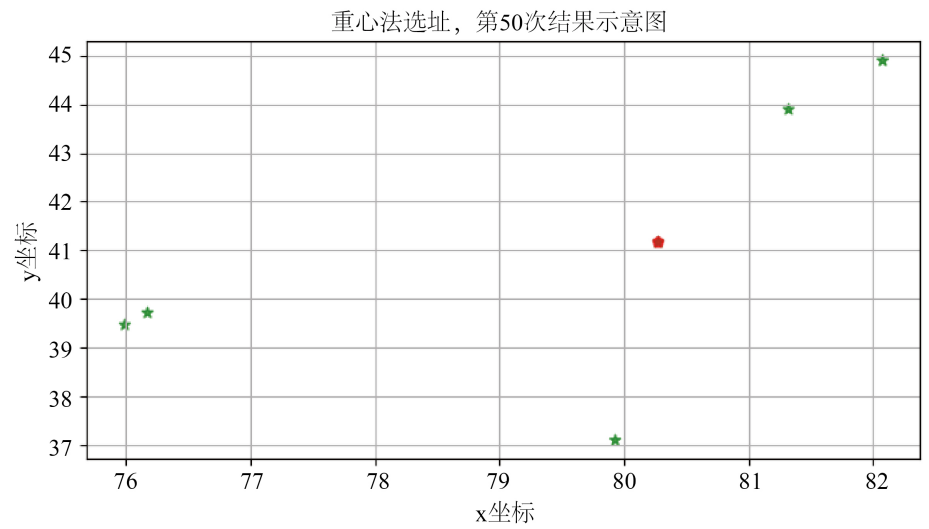


Figure 3. Site selection of the second logistics node
图 3. 第二个物流节点选址

在此方案下，总的最低运输费用为 94082.03，第一个物流节点的地址坐标为 $(P_1, Q_1) = (87.31, 44.01)$ ，这个位置正好位于昌吉回族自治州，主要服务于乌鲁木齐市，克拉玛依市，吐鲁番市，哈密市，昌吉回族自治州，塔城地区，阿勒泰地区，巴音郭楞蒙古自治州；第二个物流节点的地址坐标为 $(P_2, Q_2) = (80.27, 41.17)$ ，这个位置正好位于阿克苏地区，主要服务于伊犁哈萨克自治州，博尔塔拉蒙古自治州，阿克苏地区，克孜勒苏柯尔克孜自治州，喀什地区，和田地区。

5. 结论

在对新疆内部物流节点的选址过程中，首先通过新疆统计局的统计数据得到新疆各地区的水产品生产数据。接下来通过考察各生产地区的平均温度和地形地貌，来估计该地区的运费率，在对运费率的估计中，因为在新疆内部的水产品运输方式主要是以公路运输为主，而公路运输所产生的冷链运输物流成

本主要与冷链车辆的油耗成本有关,而油耗与该地区的地形地貌和平均温度有很强关系。最后通过合理假设在 14 个生产地区确定两个物流节点,通过多重心法和精确重心法进行迭代计算,得出两个物流节点的建设位置在昌吉回族自治州和阿克苏地区。

尽管精确重心法在理论上提供了一种优化设施位置的方法,但在实际应用中存在一些不足之处。精确重心法需要准确的需求量数据和运输距离数据,但在现实中这些数据可能难以精确获取,数据的任何偏差都可能导致最终结果的偏离。该方法假设运输成本与距离成正比,但实际上运输成本可能受多种因素影响,如路线、交通状况、货物类型等。精确重心法没有考虑到设施的容量限制,可能会在最优位置确定过大的设施,造成资源浪费。在某些情况下,建立和维护设施的固定成本可能远大于运输成本,但精确重心法主要考虑的是运输成本。如果运输成本与距离的关系是非线性的,精确重心法可能就不是最佳选择。在需求量发生变化时,精确重心法需要重新计算最优位置,这可能需要大量的计算和时间。有时候,设施的选址不仅仅基于成本最小化,还可能考虑到市场接近性、劳动力供应、政策优惠等其他战略因素。

参考文献

- [1] Li, M., Xie, B., Li, Y., Cao, P., Leng, G. and Li, C. (2024) Emerging Phase Change Cold Storage Technology for Fresh Products Cold Chain Logistics. *Journal of Energy Storage*, **88**, Article ID: 111531. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.111531>
- [2] 王琴钗. 海产品冷链物流成本分析及优化[J]. 物流工程与管理, 2021, 43(6): 45-47+56.
- [3] 王小雨, 石相宜, 王菁, 等. 基于改进重心法的校园快递服务中心选址研究[J]. 地理空间信息, 2022, 20(3): 127-130.
- [4] 马龙飞, 毕蕾. 基于随机需求的物流配送中心选址离散模型研究[J]. 物流科技, 2010, 33(1): 24-27.
- [5] Zhang, S., Chen, N., She, N. and Li, K. (2021) Location Optimization of a Competitive Distribution Center for Urban Cold Chain Logistics in Terms of Low-Carbon Emissions. *Computers & Industrial Engineering*, **154**, Article ID: 107120. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107120>
- [6] Zhang, X., Chen, H., Hao, Y. and Yuan, X. (2024) A Low-Carbon Route Optimization Method for Cold Chain Logistics Considering Traffic Status in China. *Computers & Industrial Engineering*, **193**, Article ID: 110304. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110304>
- [7] Liu, C. and Hou, P. (2024) Dynamic Modelling of Cold Chain Logistics Services under Budget Constraints for the Delivery of Fresh Products in an Urban Area. *Applied Mathematical Modelling*, **125**, 809-835. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2023.09.019>
- [8] Rahmanifar, G., Mohammadi, M., Golabian, M., Sherafat, A., Hajiaghahi-Keshteli, M., Fusco, G., et al. (2024) Integrated Location and Routing for Cold Chain Logistics Networks with Heterogeneous Customer Demand. *Journal of Industrial Information Integration*, **38**, Article ID: 100573. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100573>
- [9] 李桂娥. 冷链物流多层级配送中心连续选址模型构建[J]. 计算机仿真, 2022, 39(4): 423-427.
- [10] 王敏, 毛超, 杨葱葱. 基于遗传算法的冷链物流节点选址研究[J]. 科技与管理, 2009, 11(6): 72-75.
- [11] 王曼, 曹倩, 孙践知, 等. 地下物流多级节点选址的双层规划模型[J]. 科学技术与工程, 2018, 18(31): 64-69.
- [12] 张晓涵. 基于层次粒子群算法的地下物流多级节点选择规划研究[J]. 中国储运, 2021(5): 162-164.
- [13] 黄建新, 陈姣敏, 宾厚. 基于 Dijkstra 算法的农产品物流节点选址研究[J]. 辽宁工业大学学报(自然科学版), 2020, 40(3): 164-169.
- [14] 宋月亭, 吴晟. 基于 PageRank 算法的改进物流节点选址模型研究[J]. 信息技术, 2019, 43(1): 88-92.
- [15] 窦志武, 邵亚楠, 原智慧, 等. 物流节点选址研究综述[J]. 物流工程与管理, 2020, 42(7): 1-4.
- [16] Wang, L., Liu, G. and Ahmad, I. (2024) Cost Optimization Model Design of Fresh Food Cold Chain System in the Context of Big Data. *Big Data Research*, **35**, Article ID: 100417. <https://doi.org/10.1016/j.bdr.2023.100417>
- [17] 冯阿芳. 基于大数据的物流配送中心选址优化建议[J]. 大众标准化, 2021(7): 208-210.
- [18] 郑林昌. 中国自然地形、交通运输成本与区域经济发展作用机理研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2010: 53-54.

-
- [19] 李宏. 城市冷链物流配送车辆路径问题的研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 长沙理工大学, 2007: 25-26.
- [20] 倪卫红, 陈太. 基于聚类-重心法的应急物流配送中心选址[J]. 南京工业大学学报(自然科学版), 2021, 43(2): 255-263.