

探索我国生鲜冷链物流发展因素： 一种基于模糊层次分析法的方法论

骆鸣笛, 温廷新

辽宁工程技术大学工商管理学院, 辽宁 葫芦岛

收稿日期: 2024年4月13日; 录用日期: 2024年5月23日; 发布日期: 2024年5月31日

摘 要

生鲜产品逐渐成为人们生活中的重要组成部分, 随着生鲜质量要求的提升, 冷链物流也需要不断发展。本研究通过结合我国生鲜冷链物流发展现状及其问题, 采用德尔菲法构建影响我国生鲜冷链物流发展的因素指标体系, 通过模糊层次分析法对其进行分析。结果表明, 模糊层次评价中, 第一层次影响因素中, 基础设施因素占比最高, 综合评分最高的为主体运作因素; 第二层次影响因素中权重最高的为物流中心建设因素。鉴于此, 结合我国生鲜冷链物流发展问题, 提出相应的政策建议: 通过加强基础设施建设, 解决“最先一公里”及“最后一公里”难题; 建立以区块链信息技术为支持的冷链物流体系, 实现信息实时控制; 培养冷链物流领域相关人才, 推动第三方冷链物流发展。从而为我国生鲜冷链物流发展做出理论贡献。

关键词

模糊层次分析法, 德尔菲法, 生鲜冷链物流, 影响因素

Exploring the Development Factors of Fresh Cold Chain Logistics in China: A Methodology Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process

Mingdi Luo, Tingxin Wen

College of Business Administration, Liaoning Technical University, Huludao Liaoning

Received: Apr. 13th, 2024; accepted: May 23rd, 2024; published: May 31st, 2024

Abstract

Fresh products have gradually become an important part of people's lives, and with the improve-

文章引用: 骆鸣笛, 温廷新. 探索我国生鲜冷链物流发展因素: 一种基于模糊层次分析法的方法论[J]. 管理科学与工程, 2024, 13(3): 683-694. DOI: 10.12677/mse.2024.133071

ment of fresh quality requirements, cold chain logistics also needs to continue to develop. In this study, combined with the development status and problems of fresh cold chain logistics in China, the Delphi method was used to construct the factor index system affecting the development of fresh cold chain logistics in China, and the fuzzy analytic hierarchy process was used to analyze it. The results show that among the influencing factors at the first level, infrastructure factors account for the highest proportion, and the main operating factors have the highest comprehensive score. The second level of influencing factors has the highest weight, and the construction of logistics centers is the highest. In view of this, combined with the development of fresh cold chain logistics in China, corresponding policy suggestions are put forward: by strengthening infrastructure construction, solve the “first kilometer” and “last kilometer” problems; Establish a cold chain logistics system supported by blockchain information technology to achieve real-time control of information; Cultivate relevant talents in the field of cold chain logistics and promote the development of third-party cold chain logistics so as to make a theoretical contribution to the development of fresh cold chain logistics in China.

Keywords

Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP), Delphi Method, Fresh Cold Chain Logistics, Influencing Factors

Copyright © 2024 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

随着社会经济的快速发展,人们的生活水平逐渐提高,同时健康意识也在不断提升,生鲜食品能够有效补充人体所需的营养,为人们提供足够的能量,因此,人们对生鲜食品的需要也在逐渐加大。冷链物流是保证生鲜产品质量的重要手段。近年来,我国相关部门十分重视冷链物流的发展,并出台了多项与冷链物流相关的政策。2022年3月,国家发改委正式发布了《“十四五”冷链物流发展规划》,在规划中明确规定了我国冷链物流行业中期和长期的发展计划:“预计在2025年,初步形成衔接产地销、覆盖城市乡村、联通国内国际的冷链物流网络,基本建成符合我国国情和产业结构特点、适应社会发展需求的冷链物流体系,对国民经济和社会发展的支撑保障作用显著增强;展望2035年,我国有望全面建成现代冷链物流体系,设施网络、技术装备、服务质量,从而达到世界先进水平,行业监管和治理能力基本实现现代化,有效满足人民日益增长的美好生活需要。”冷链物流的发展能够有效提高国家经济,提升人们的生活水平。我国冷链物流相较于国外起步较晚,且发展不均衡。上海、青岛以及北京、成都等发达城市地区,由于较早地引入冷链物流理念,加上经济水平较高的缘故,冷链物流发展水平明显领先于西北、西南、东北等城市地区,形成了传统、低等级与先进、高等级冷链物流共存的大局[1]。

国外冷链物流发展时间较长,对于冷链物流的了解程度较深。Pajic [2]等人认为,美国拥有世界最先进的物流管理服务和技术,在冷链物流方面有着巨大的竞争优势,冷链物流行业可以借鉴美国先进的冷链物流管理知识和技术,对自身进行完善。Liu Haoran [3]认为由于传统的冷链物流模式常常会出现信息不对称的情况,因此通过区块链(Block chain)等信息技术建立以区块链为基础的财务管理冷链模式,减少信息不对称问题,从而提高冷链物流的运作效率。

国内学者从“智慧 + 冷链”,“最先一公里”“最后一公里”,“区块链”“智能化”等不同角度

研究生鲜冷链物流。张荣[4]认为,我国在生鲜农产品供应链环节中出现的冷链断裂现象,可通过建立“智慧 + 冷链”物流应用技术,对生鲜食品进行智能包装、智能配送、智能仓储、智能装卸搬运和智能运输,能有效推动整条供应链的质量监控,推动冷链物流的高效协调运作,有效实现冷链物流过程中的无缝衔接。谢蕊蕊[5]认为,我国发生的大多数生鲜产品浪费和食品安全问题来源于“最先一公里”。“最先一公里”难题,食品从源头腐烂是不可逆的,因此“最先一公里”的优化对生鲜冷链物流的发展有着重要作用,通过大数据分析技术,用订单农业取代盲目生产,改变过去“先种植后销售”的传统生产模式,能够有效减少我国的生鲜农产品的浪费。东方等人[6]指出,我国冷链物流相关领域人才缺乏,基础设施还有待提高,并提出了相关的应对措施。许欣等[7]人提出,通过改善冷链物流过程运输中物品的包装结构,能够有效减少生鲜货物的腐败率,因此,开发能够适应冷链物流环境的包装结构,对减少生鲜食品腐败率有重大作用。王娜[8]认为,建立基于区块链技术的冷链物流信息生态管理系统,能够加强我国冷链物流体系的网络安全,加强不同节点之间的信息交流,实现企业信息互通,从而有效解决信息不对称带来的冷链物流效率问题。周强[9]表示,在当今时代背景下,人们对生鲜食品的需求日益增加,但由于我国冷链基础设施不达标,还存在着许多的不足,导致生鲜食品易发生腐败浪费现象。方玉龙[10]认为,将互联网信息技术运用在生鲜冷链物流体系的建设之中,能够有效减少冷链物流风险,提高冷链物流运作效率。张喜才[11]等人认为,我国生鲜农产品冷链物流最薄弱环节是产地预冷环节,产地农夫缺乏预冷意识,小而分散的农业管理体系是导致生鲜冷链断链的重要因素。鉴于以上问题,提出了相应的解决措施。

本次研究对我国生鲜冷链物流的发展现状及存在的问题进行分析,通过采用德尔菲法和模糊层次分析法,对我国生鲜冷链物流进行分析,得出影响我国生鲜物流的主要因素,并对相关因素做出解释,对于出现的问题,提出相应的解决方案,为我国生鲜物流的发展提供一定的参考价值。

2. 生鲜冷链物流的基本内涵

生鲜商品按照不同的加工程度和保存方式,分为初始生鲜商品、冷冻冷藏生鲜商品和加工生鲜商品三种类别。初级生鲜食品:凡是未经加工加热的新鲜果蔬;新鲜家禽家畜肉类;水产品中的鱼类等,经过简单的处理后冷藏、冰冻或者常温陈列架上所贩卖的商品。冷藏冷冻生鲜商品包括分为两类:第一类是冷冻食品是以农、畜、水产原料经加工调理,急速冰冻及严密包装在零下 18 摄氏度以下储存及贩卖的食品;第二类是冷藏调理品是以农、畜、水产原料经加工调理,急速冰冻及严密包装在零下 7 摄氏度以下储存及贩卖的食品。加工生鲜商品是指经过烹饪等热加工处理后的熟食、面包点心和其他加工食品;其中熟食调理食品是指农、畜、水产原料经过油或脂烹煮或烟熏或注入特殊原料腌制之后的各种即食食品;面包、糕点食品是指凡经面粉制造的面包、蛋糕、馒头、面条等主食及糕点类食品[12]。

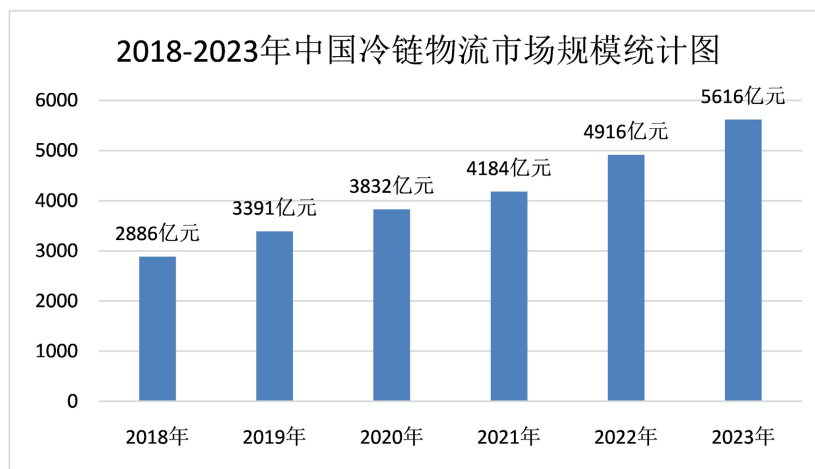
据中研普华研究院出版的《2022~2027 年中国生鲜冷链物流行业市场调查分析与发展趋势预测报告》显示,生鲜冷链物流是指冷藏冰冻类生鲜食品在生产、储存、运输等一系列销售前的环节里始终保持规定低温的环境下,用来保证生鲜食品的质量安全,减少生鲜食品损耗的一项工程。简而言之,就是因为生鲜产品从出厂到运输再到消费者手中的时间较长,生鲜食品时效性短,为了保证生鲜的品质,人们将冷冻工艺和制冷技术运用在生鲜产品物流活动的过程中,保证生鲜产品在较低的温度环境下不易受到腐败,从而保证其产品质量。

3. 我国生鲜冷链物流发展现状及存在的问题

3.1. 我国生鲜市场现状及冷链需求

随着电商生鲜冷链物流的发展,国家对冷链物流的投资及产销地冷链物流的稳步推进,加之冷链设

备水平的不断提升, 行业规模增长趋势规模不断明显[13]。在消费者对生鲜产品的旺盛需求下, 我国冷链物流行业正步入高速发展阶段, 从 2018 年 2886 亿元增长到 2022 年的 4916 亿元, 年均复合增长率达 14.24%。据中国物流与采购联合会最新数据显示, 截止 2023 年 5 月, 我国冷链市场规模达到 2395 亿元, 同比增长 3.6%, 预计 2023 年全年市场规模达到 5616 亿元。如图 1 所示。

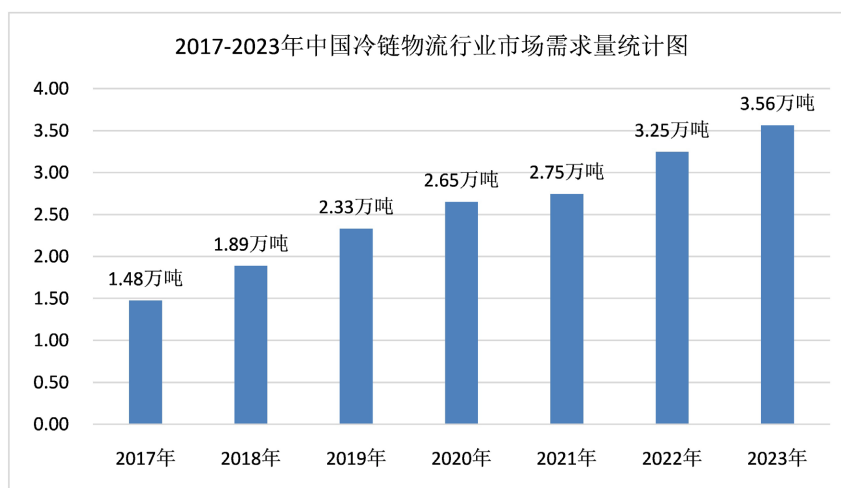


注: 数据来源: (中物联冷链委 <http://www.lenglian.org.cn/>)。

Figure 1. China cold chain logistics market size statistics chart in 2018~2023

图 1. 2018~2023 年中国冷链物流市场规模统计图

冷链物流是保障民生食品安全的重要通道, 提高冷链物流质量是支撑国家经济体系建设的重要抓手, 根据中物联冷链委数据显示, 预计 2023 年我国冷链物流市场需求将突破 3.56 亿吨。如图 2 所示。



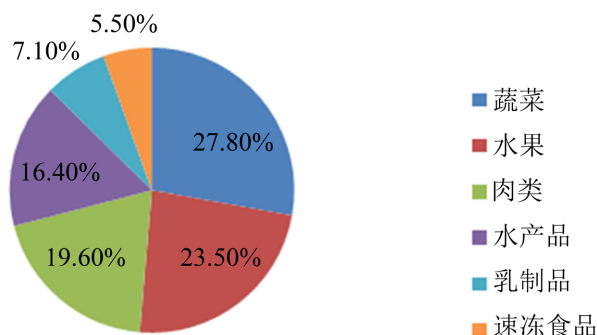
注: 数据来源: (中物联冷链委 <http://www.lenglian.org.cn/>)。

Figure 2. China cold chain logistics industry market demand statistics chart in 2017~2023

图 2. 2017~2023 年中国冷链物流行业市场需求统计

从细分产品需求来看, 蔬菜冷链物流需求中占比为 27.8%; 水果冷链物流需求占比为 23.5%; 肉类冷链物流需求占比为 19.6%; 水产品市场需求占比为 16.4%; 乳制品冷链物流需求占比为 7.1%; 速冻食品冷链需求占比为 5.5%, 如图 3 所示。

2023年中国冷链物流种类需求市场占比



注：数据来源：(中物联冷链委 <http://www.lenglian.org.cn/>)。

Figure 3. 2023 China cold chain logistics product type demand proportion chart

图 3. 2023 年中国冷链物流产品种类需求市场占比图

3.2. 我国生鲜冷链物流存在的问题

3.2.1. “最先一公里”和“最后一公里”难题

“最先一公里”在冷链物流领域提出较晚于“最后一公里”，最早于 2015 年由全国人大代表李晓红在“两会”中提出。目前，对于“最先一公里”没有一个统一的概念[5]。经过阅读大量文献，笔者认为，生鲜从产地交付给冷链物流公司运输之前的过程称为生鲜冷链物流的“最先一公里”，据农业农村部规划设计研究院 2021 年编辑的《农产品产地流通及“最先一公里”建设调研报告》[14]测算显示，我国生鲜农产品产后损失率高达 20%~25%，而发达国家生鲜农产品损失率控制在 5%以下，美国损失率更是仅 1%~2%。其主要原因在于“最先一公里”没有控制好，生鲜产品在产出后没有及时进行冷处理，加之小农经济下，分散的农户对市场需求不确定，丰产不丰收，从而导致生鲜产品没有得到正确的处理方式，产生浪费。“最后一公里”属于产品供应链的后端，即从销售环节到消费者手中的最后一个环节，在“最后一公里”的配送过程中，销售者往往会为了节约成本而让消费者上门自取货物，由于消费者有很多时候需要一段时间才能到达取货地，这就导致了生鲜产品的保鲜度会受到损失，从而造成生鲜腐败等现象的发生。

3.2.2. 我国冷链物流过程易发生断链，产生浪费

冷链物流贯穿生鲜从生产到销售之间的整个生命周期，此间涵盖众多主体。冷链物流的重点在于“链”的实现，但也是难点所在。全链条严格控温，包装、存储、运输、流通加工、配送与零售等各个环节规范作业，才能最大程度保障生鲜产品的品质，降低生鲜腐败率[15]。生鲜物流发生断链是指目前冷链物流中涉及的上游、中游及下游环节衔接完成度较差，生鲜产品在衔接过程中暴露于常温、高温时段，品质未得到有效保障。而这种情况的出现可能是由于员工操作不当，冷链物流系统设置不合理，冷链设施设备不完善所造成的。目前，冷链物流断链可分为产地断链、运输断链、配送断链、零售断链和消费者断链六种情况。其中，产地环节的断链每年大约会造成 3000 亿元的损失，而发达国家产地断链环节损失率仅为 5%左右，在这一方面的损失率，我国比发达国家要高出了两到三倍。在冷链物流运输环节中，我国有效冷藏车占总市场车辆的比率低于 20%，我国“最先一公里”的运输主要还是依靠农用车，甚至三轮车，这一现象导致运输断链，从而造成生鲜产品的浪费。在冷链仓储方面，由于错峰电价，我国许多企业为了减少成本，常常在电费较低时才使用制冷设备，这就导致了仓储温度波动，易发生仓储断链现象。在我国冷链食品配送过程中，对于我国生鲜食品，甚至是对低温要求很高的冷冻食品，也没有设

立单独的专用收货口, 配送的冷链货物暴露在常温下等待, 生鲜食品受损, 从而导致配送断链。在零售环节, 因为不同客户在挑选商品时会频繁存取生鲜货物, 打破了冷链恒温环境, 导致生鲜食品的储存条件受到影响, 从而发生零售环节的断链。在消费者环节方面, 消费者对全链冷链物流的运作过程缺乏认知, 对于较高的冷链费用不愿支付, 这导致了我国许多冷链物流行业发展动力不足, 加上缺乏对冷链物流的投资, 从而造成生鲜冷链物流难以发展的现象。综上, 六个环节的断链会造成我国生鲜食品浪费问题。

3.2.3. 冷链物流基础设施不完善, 人才缺乏

冷链物流专业人才稀少是限制我国生鲜冷链物流发展的重要因素。我国在冷链技术、冷链管理方面经验缺乏, 冷链物流行业工作环境差, 工作强度大, 薪资待遇不高, 从而造成冷链物流从业人员少, 人才缺乏的现状。在冷链物流基础设施方面, 由于我国冷链物流发展比国外晚, 资金投入不充足, 基础设施的建设不够完善, 设备信息无法及时更新, 这就导致生鲜冷链在整个物流过程中, 时常会出现信息不准确, 信息反馈不及时的问题。

4. 研究方法

4.1. 德尔菲法

截至目前为止, 对生鲜冷链物流构成影响的因素有很多, 但是其中的重要程度却存在的或大或小的差异。本次研究通过采用德尔菲法, 邀请生鲜冷链物流相关专家进行问卷填写, 确定在生鲜冷链物流中出现的影响因素, 并对每个影响因子进行分类和评分。具体步骤如下:

步骤 1: 邀请专家。通过电话询问的方式, 邀请 30 位相关领域专家对冷链物流进行问卷调查, 专家满足以下要求, 一是从事生鲜冷链物流六年以上, 二是在核心刊物上公开发表过冷链物流相关文献一篇以上且具有高级职称, 三是具有组织开设生鲜冷链物流的相关经验。

步骤 2: 问卷调查, 通过邮件、微信等方式对问卷进行发放, 请各位专家对生鲜冷链物流发展影响因素中所有指标的重要性进行 9 级评分。将问卷回收后, 吸纳专家对指标的修改意见, 对需要修改的内容进行修改, 并增加专家所给出的指标。

4.2. 模糊层次分析法

良好的冷链物流体系能够为生鲜食品带来安全保障, 有利于生鲜产品的保鲜, 提高运输管理效率, 从而减少成本, 因此, 本次研究采用模糊层次分析法对生鲜冷链物流的影响因素进行分析。

模糊层次分析法是将层次分析法与模糊综合评价法相结合, 融合定量与定性两者优点, 引入了模糊数学思想和方法, 较好的弥补了层次分析法的局限性, 同时也避免了主观因素带来的不确定性。模糊层次分析法的步骤如下:

步骤 1: 构建层次结构: 将决策问题按照层次结构进行划分, 从目标到准则、子准则, 直到最后的决策选项。

步骤 2: 设定准则和子准则权重: 根据专家判断和经验, 通过模糊语言描述每个准则和子准则相对于上一级的重要性。

步骤 3: 构建判断矩阵: 专家根据模糊语言描述, 将各个准则和子准则两两进行比较, 构建判断矩阵。

步骤 4: 计算权重向量: 通过模糊数学方法, 将判断矩阵转化为权重向量, 表示各个准则和子准则的相对权重。

步骤 5: 综合评估决策选项: 将各个准则和子准则的权重应用于决策选项, 综合评估得到最终的决策结果。

5. 实证分析

5.1. 层次结构模型的建立

本研究通过参考文献[17]和问卷调查的专家意见, 结合我国生鲜冷链物流的特征, 构建我国生鲜冷链。层次分析法详细步骤如下:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

第一步: 建立层次分析矩阵:

矩阵中的 a_{ij} , 表示 A_i 相对 A_j 的重要程度, 要是前者更为重要, 那么 $a_{ij} > 1$, 要是两者同样重要, 则 $a_{ij} = 1$ 。

第二步: 矩阵元素重要判断。采用德尔菲法判断同一层次各指标的重要性, 并用数字 1~9 及其倒数进行评判, 从而构建模糊判断矩阵(见表 1)。

Table 1. Relative importance scale

表 1. 相对重要性比例标准

标度	含义
1	两个因素比较, 具有相同的重要性
3	两个因素比较, 前一个因素比后一个因素稍微重要
5	两个因素比较, 前一个因素比后一个因素明显重要
7	两个因素比较, 前一个因素比后一个因素强烈重要
9	两个因素比较, 前一个因素比后一个因素极端重要
2、4、6、8	两相邻因素判断的中间值
上述值的倒数	两因素反过来比较是原来比较值的倒数

第三步: 计算指标的权重向量, 其分步骤如下:

步骤 1: 利用公式 $\bar{a}_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$ 对矩阵进行正规化处理, 其中 a_{ij} 为判断矩阵 A 第 i 行第 j 列的数据, $\bar{a}_{ij}$ 为正规化矩阵第 i 行第 j 列的数据;

步骤 2: 将矩阵元素中的元素相加, 其公式为 $w_i = \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij}$, 其中 i, j 为正整数;

步骤 3: 对于上式中的 w_i 实施正规化处理, 其公式为 $w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{w}_i}$ 。其中 i 为正整数,

w_i 为第 i 个指标的权重;

步骤 4: 计算 A 的最大特征值，其公式为 $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Aw_i)}{w_i}$ 。

其中 n 为矩阵的阶数， A 为判断矩阵， w_i 为第 i 个指标的权重。 $\lambda_{\max}$ 为判断矩阵 A 的最大特征值；

步骤 5: 对层次模型进行一致性检验，对于前面得到的向量，还有特征值，进行一致性检测，若能通过检测，意味着判断矩阵是合理的，即存在解释价值。

假定 CI 代表一致性指标，计算公式为 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$ 。(表 2)

Table 2. Random consistency index RI [16]
表 2. 随机一致性指标 RI [16]

N	RI
1	0
2	0
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.51

通过 n 值，能够获取 RI 值，如此获取一致性比率，即 $CR = \frac{CI}{RI}$ 。

当 $CR < 0.1$ 时通过检测。

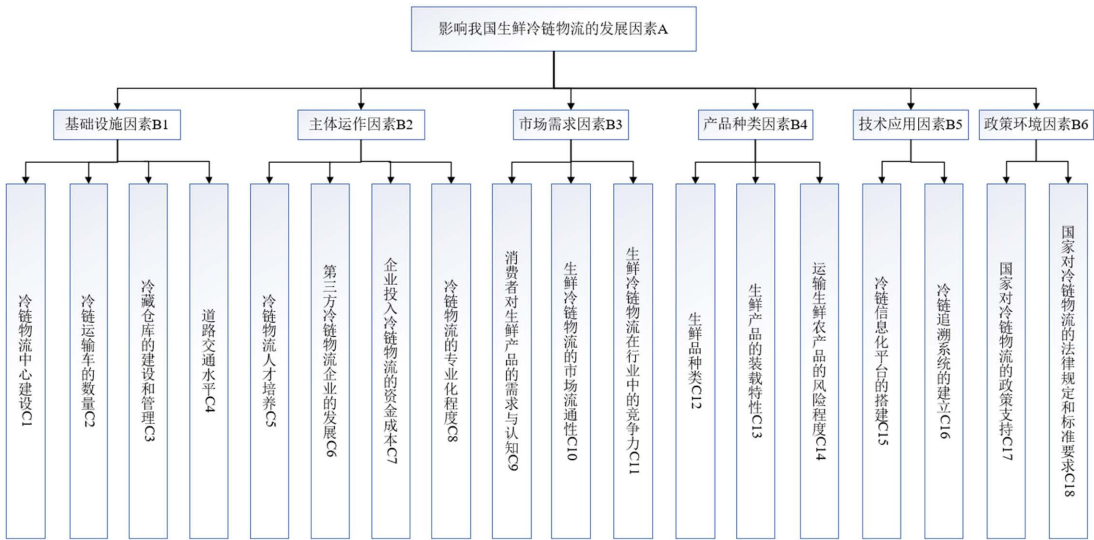


Figure 4. Indicator system of indicators affecting the development of fresh cold chain logistics in China
图 4. 影响我国生鲜冷链物流发展的因素指标体系

按照从属关系分为三个目标层次[目标层(A)、第一准则层(B)和第二准则层(C)]: 目标层(A)为影响我国生鲜冷链物流发展的因素指标体系; 第一准则层(A)分别为基础设施因素(B1)、主体运作因素(B2)、市场需求因素(B3)、产品种类因素(B4)、技术应用因素(B5)和政策环境因素(B6), 用以描述目标层(A); 再根据第一准则层(B)中不同的指标内容, 细化为第二准则层 C1~C18, 见图 4。

5.2. 构建判断矩阵及其权重的求解

利用德尔菲法获得专家评分, 并通过层次分析法得出各指标权重, 然后对各指标进行两两对比, 得出模糊判断矩阵(见表 3)。

Table 3. Index relative weight of influencing factors on the development of fresh cold chain logistics in China
表 3. 我国生鲜冷链物流发展影响因素的指标相对权重

目标层 A	第一准则层 B		第二准则层 C		
	指标	相对权重	二级指标	相对权重	综合权重
影响我国生鲜冷链物流发展的因素	基础设施因素 B1	0.378	冷链物流中心的建设 C1	0.4824	0.182
			冷链运输车的数量 C2	0.0883	0.033
			冷藏仓库的建设和管理 C3	0.2718	0.102
			道路交通水平 C4	0.1575	0.059
	主体运作因素 B2	0.0911	冷链物流的人才培养和引进 C5	0.2179	0.019
			第三方冷链物流企业的发展 C6	0.1033	0.009
			企业投入冷链物流的资金成本 C7	0.4609	0.041
			冷链物流的专业化程度 C8	0.2179	0.019
	市场需求因素 B3	0.0911	消费者对生鲜产品的需求与认知 C9	0.5571	0.050
			生鲜冷链物流的市场流通性 C10	0.1226	0.011
			生鲜冷链物流在行业中的竞争力 C11	0.3202	0.029
	产品种类因素 B4	0.0622	生鲜产品种类 C12	0.2766	0.017
			生鲜产品的装载特性 C13	0.1285	0.007
			运输生鲜产品的风险程度 C14	0.5949	0.037
	技术应用因素 B5	0.1429	冷链信息化平台的搭建 C15	0.75	0.107
			冷链追溯系统的建立 C16	0.25	0.035
	政策环境因素 B6	0.2347	国家对冷链物流的政策支持 C17	0.6667	0.156
			国家对冷链物流的法律规定和标准要求 C18	0.3333	0.078

5.3. 隶属度的确定

影响我国生鲜冷链物流发展影响因素评价体系第二准则层对第一准则层隶属度见表 4。根据表 3 和表 4 计算出基础设施因素、主体运作因素、市场需求因素、产品种类因素、技术应用因素和政策环境因素的综合评价指标分别为[0.402 0.325 0.227 0.045 0]、[0.424 0.388 0.154 0.034 0]、[0.381 0.462 0.108 0.047 0]、[0.335 0.384 0.238 0.043 0]、[0.375 0.317 0.283 0.025 0]、[0.4 0.4 0.178 0.011 0.011]。

Table 4. Membership degree of the second criterion layer (C) to the first criterion layer (B) in the evaluation index system of influencing factors on the development of fresh cold chain logistics in China

表 4. 我国生鲜冷链物流发展影响因素评价指标体系第二准则层(C)对第一准则层(B)的隶属度

第一准则层(B)	第二准则层(C)	隶属度				
		v_1	v_2	v_3	v_4	v_5
基础设施因素 B1	冷链物流中心的建设 C1	0.500	0.267	0.200	0.033	0.000
	冷链运输车的数量 C2	0.367	0.400	0.167	0.067	0.000
	冷藏仓库的建设和管理 C3	0.300	0.400	0.233	0.067	0.000
	道路交通水平 C4	0.300	0.333	0.333	0.033	0.000
主体运作因素 B2	冷链物流的人才培养和引进 C5	0.400	0.400	0.200	0.000	0.000
	第三方冷链物流企业的发展 C6	0.333	0.433	0.200	0.033	0.000
	企业投入冷链物流的资金成本 C7	0.467	0.367	0.100	0.067	0.000
	冷链物流的专业化程度 C8	0.400	0.400	0.200	0.000	0.000
市场需求因素 B3	消费者对生鲜产品的需求与认知 C9	0.400	0.433	0.100	0.067	0.000
	生鲜冷链物流的市场流通性 C10	0.333	0.500	0.167	0.000	0.000
	生鲜冷链物流在行业中的竞争力 C11	0.367	0.500	0.100	0.033	0.000
产品种类因素 B4	生鲜产品种类 C12	0.300	0.400	0.233	0.067	0.000
	生鲜产品的装载特性 C13	0.267	0.433	0.267	0.033	0.000
	运输生鲜产品的风险程度 C14	0.367	0.367	0.233	0.033	0.000
技术运用因素 B5	冷链信息化平台的搭建 C15	0.367	0.333	0.300	0.000	0.000
	冷链追溯系统的建立 C16	0.400	0.267	0.233	0.100	0.000
政策环境因素 B6	国家对冷链物流的政策支持 C17	0.433	0.400	0.167	0.000	0.000
	国家对冷链物流的法律规定和标准要求 C18	0.333	0.400	0.200	0.033	0.033

5.4. 影响我国生鲜冷链物流发展影响因素分析

Table 5. Overall ranking of factors influencing the development of fresh cold chain logistics in China

表 5. 影响我国生鲜冷链物流发展影响因素层次得分及排序

一级指标 B	得分	二级指标 C	得分	排名
基础设施因素 B1	81.69	冷链物流中心的建设 C1	84.67	4
		冷链运输车的数量 C2	81.33	
		冷藏仓库的建设和管理 C3	78.67	
		道路交通水平 C4	78	
主体运作因素 B2	84.03	冷链物流的人才培养和引进 C5	84	1
		第三方冷链物流企业的发展 C6	81.33	
		企业投入冷链物流的资金成本 C7	84.67	
		冷链物流的专业化程度 C8	84	

续表

		消费者对生鲜产品的需求与认知 C9	83.33	
市场需求因素 B3	83.54	生鲜冷链物流的市场流通性 C10	83.33	2
		生鲜冷链物流在行业中的竞争力 C11	84	
		生鲜产品种类 C12	78.67	
产品种类因素 B4	80.25	生鲜产品的装载特性 C13	78.67	6
		运输生鲜产品的风险程度 C14	81.33	
		冷链信息化平台的搭建 C15	81.33	
技术应用因素 B5	80.83	冷链追溯系统的建立 C16	79.33	5
		国家对冷链物流的政策支持 C17	85.33	
政策环境因素 B6	83.33	国家对冷链物流的法律规定和标准要求 C18	79.33	3

由表 5 可知, 基础设施因素、主体运作因素、市场需求因素、产品种类因素、技术应用因素、政策环境因素的综合评价得分分别为 81.69, 84.03, 83.54, 80.25, 80.83 和 83.33 分, 第一准则层(B)中, 主体运作因素得分最高, 然后依次是市场需求因素、政策环境因素、基础设施因素、技术应用因素和产品种类因素。在影响因素综合评分表中, 排名第一的为主体运作因素, 主体运作因素在冷链生鲜物流的地位比较重要, 同时其他五个因素评分也较高, 说明在冷链物流中, 基础设施、政策环境、技术应用等影响因素是推动生鲜冷链物流的关键所在; 在第二准则层(C)中, 物流中心的建设、国家对冷链物流的政策支持和企业投入冷链物流的资金成本排名前三。

6. 结论

本次研究结果表明: 在第一准则层(B)中, 主体运作因素的综合评分最高, 在第二准则层(C)中, 物流中心的建设、国家对冷链物流的政策支持和企业投入冷链物流的资金成本等因素评分较高, 说明这些发展因素对于我国冷链物流的发展影响较大。生鲜冷链物流的基础建设如果没有足够的资金支持, 建设完成时期将延长, 冷链物流成本就会居高不下。国家的政策资金支持和企业的资金投入对于建设冷链物流基础有很大的帮助, 例如冷链物流中心的建设。目前, 我国存在冷链物流方面存在“最先一公里”及“最后一公里”难题, 在冷链物流的六个环节会发生断链情况, 导致生鲜食品易腐败, 造成损失; 在冷链物流人才培养方面, 缺乏相关的专业人才培养方案, 导致冷链物流人才缺少。生鲜冷链物流问题的发现有助于我国调整冷链物流发展方向, 提高冷链物流质量。本研究通过模糊层次分析法对我国生鲜冷链物流进行评价, 得出对我国生鲜冷链物流影响较大的因素, 并对我国冷链物流发展方向提供相应的建议。

7. 政策建议

7.1. 加速冷链基础设施建设, 解决“最先一公里”及“最后一公里”难题

经分析可知, “最先一公里”“最后一公里”难题是在生鲜物流活动中源头出现的问题, 是由于基础设施建设不达标所导致。冷链物流基础设施是生鲜食品发展的重要因素之一, 做好冷链物流基础设施建设能够有效减少生鲜产品的浪费, 提高产品的利用效率, 增加经济财富收入。但是由于基础设施建设前期投资大, 收益小, 需要国家出台相关政策鼓励支持, 如冷库建设、冷藏车数量及相关储运设施的构建。在合理使用国家扶持资金的基础上, 整合对资金的利用效率, 发挥规模优势, 培养具有影响力的冷链物流企业, 从而为冷链物流行业做榜样, 促进冷链物流发展。

7.2. 建立以区块链信息技术为支持的冷链物流体系, 实现信息实时控制

区块链冷链物流是建立以 RFID 为基础的全程温度监测系统, 为冷链供应链全链条的每个节点提供生鲜产品动态信息, 做到全流程监控, 既能够保护冷链物流企业的运输过程, 又能为消费者提供信息服务, 保障消费者权益, 是推动冷链物流信息化发展的重要方式[17]。利用区块链的可追溯性, 使生鲜冷链物流更具有“智慧”, 生鲜冷链物流的核心在于信息的实时性和可追溯性, 区块链可实时记录冷链物流活动全过程, 降低运输风险[18]。区块链技术与冷链物流相结合, 能够有效地促进冷链物流行业的发展, 为我国“智慧”冷链物流的发展带来新的探索与尝试, 从而最大化地发挥我国冷链物流的作用。

7.3. 培养冷链物流领域相关人才, 推动第三方冷链物流发展

对于冷链物流人才缺乏问题, 国家应该注重冷链物流专业人才的培养, 政府相关部门应该提供政策支持, 创造良好的就业环境, 制造更多企业与高校合作的机会, 让冷链物流企业为高校人才制定合理的人才培养方案, 为高校提供合适的实习环境; 有经验的冷链物流企业定期对高校相关专业进行培养, 在巩固冷链物流知识的同时培养了高校人才的动手能力。为冷链物流人才做充分准备能够让我国冷链物流发展更好, 实现我国冷链物流良好发展的目标。

参考文献

- [1] 韩春阳, 伍景琼, 贺瑞. 国内外冷链物流发展历程综述[J]. 中国物流与采购, 2015(15): 70-71.
- [2] Pajic, V., Andrejic, M. and Chatterjee, P. (2024) Enhancing Cold Chain Logistics: A Framework for Advanced Temperature Monitoring in Transportation and Storage. *Mechatronics and Intelligent Transportation Systems*, 3, 16-30. <https://doi.org/10.56578/mts030102>
- [3] Liu, H. (2024) Analysis of Blockchain-Based Cold Chain Logistics Financial Business Model. *Financial Engineering and Risk Management*, 7, 7-13. <https://doi.org/10.23977/ferm.2024.070202>
- [4] 张蓉. 新零售时代生鲜农产品“智慧 + 冷链”物流发展路径探究[J]. 商业经济研究, 2022(9): 112-115.
- [5] 谢蕊蕊. 我国生鲜农产品冷链物流“最先一公里”发展探讨[J]. 商业经济研究, 2022(2): 114-117.
- [6] 东方, 依绍华, 秦小辉. 社区生鲜零售商业发展冷链物流的现实逻辑、关键问题与对策建议——基于消费新需求与服务提升双视域[J]. 当代经济管理, 2021, 43(11): 27-34.
- [7] 许欣, 郑丰, 孔俊, 等. 冷链运输包装纸板的研究现状及发展趋势[J]. 包装工程, 2021, 42(21): 133-142.
- [8] 王娜. 区块链架构下冷链物流信息生态管理探讨[J]. 商业经济研究, 2021(21): 98-102.
- [9] 周强, 傅少川. 智能化冷链物流综合防控技术体系研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(13): 196-201.
- [10] 万玉龙. 后疫情时代生鲜产品冷链物流的区间结构和信息体系构建[J]. 商业经济研究, 2020(24): 86-90.
- [11] 张喜才, 李海玲. 基于大数据的农产品现代冷链物流发展模式研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(7): 234-240.
- [12] 张鹏, 周恩毅. 农产品冷链物流供应链质量评价体系构建及实证[J]. 统计与决策, 2022, 38(11): 179-182.
- [13] 田鑫. 低温乳品冷链物流发展现状及优化建议[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(5): 225-226.
- [14] 陈勇, 于斌, 李琰芬. “双循环”背景下我国农产品冷链物流升级路径探析[J]. 商业经济研究, 2022(5): 117-119.
- [15] 张喜才, 霍迪. 中国生鲜农产品冷链物流薄弱环节梳理及对策研究[J]. 农业经济与管理, 2021(3): 93-102.
- [16] 王蕾, 王赛. 基于模糊层次分析法的我国乳制品冷链物流发展影响因素分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2022(10): 1-8+133.
- [17] 施雯. 互联网时代城市物流安全技术发展及应用——评《区块链技术下冷链物流安全性研究》[J]. 中国安全生产科学技术, 2021, 17(11): 194.
- [18] 李航, 董瑞. 后疫情时代基于区块链技术的食品冷链物流追溯体系构建[J]. 食品与机械, 2021, 37(5): 134-138+155.