

辽宁省冷链物流的数字技术应用现状及优化路径

王裕民, 李明宇

辽宁工业大学经济管理学院, 辽宁 锦州

收稿日期: 2026年5月14日; 录用日期: 2026年5月29日; 发布日期: 2026年6月30日

摘要

随着数字经济深入到人们生活当中, 如何通过数字化来推动冷链物流的发展成为必然趋势, 这不仅有利于降低产品的损失率还能保证安全性。然而由于辽宁位于我国东北地区, 具备优越地理位置的同时也有着丰富多样的农产品资源, 所以辽宁在这方面取得了一定的成绩但也存在着各区域之间的差距大和技术不匹配的情况, 缺乏相应的设备与人员等现象。本文基于TOE模型的角度下研究了辽宁省冷链物流中所使用的数字技术情况并针对其中出现的问题提出了看法, 希望能为辽宁乃至整个东北地区物流行业的数字化转型提供参考意见。

关键词

冷链物流, 数字技术, 应用现状, 优化路径, TOE框架

Application Status and Optimization Paths of Digital Technology in Cold Chain Logistics of Liaoning Province

Yumin Wang, Mingyu Li

School of Economics and Management, Liaoning University of Technology, Jinzhou Liaoning

Received: May 14, 2026; accepted: May 29, 2026; published: June 30, 2026

Abstract

As the digital economy permeates daily life, advancing cold chain logistics through digitalization has become an inevitable trend. This approach not only helps reduce product loss rates but also ensures product safety. Liaoning, located in Northeast China, boasts a favorable geographic location

and abundant agricultural resources. While it has made certain achievements in cold chain development, it still faces prominent challenges, including large regional disparities, technical mismatches, and shortages of supporting equipment and skilled personnel. From the perspective of the TOE model, this paper examines the application of digital technologies in Liaoning's cold chain logistics, offers insights on existing problems, and aims to provide references for the digital transformation of the logistics industry in Liaoning and even the entire Northeast China.

Keywords

Cold Chain Logistics, Digital Technology, Application Status, Optimization Paths, TOE Framework

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

冷链物流在农产品物流、食品工业及医药流通过程中发挥着重要作用,在此基础上,物联网、大数据以及人工智能等信息技术的应用使得冷链物流呈现出数字化、智能化、网络化的趋势成为业界共识。然而,对于冷链领域数字化相关技术应用、区域发展特征、影响因素及其转型发展等方面进行了较为深入地探究,并且也存在较多关于辽宁地区冷链发展的相关研究成果,但是这些研究大多缺少相应的理论基础支持,其结果往往呈现零散状态,同时由于数据分析不够严格导致数据质量不高并且较少涉及参考文献的引用问题,未能形成系统的逻辑结构并给出严密的论述过程。

辽宁作为东北亚区域对外交往的一个重要门户,也是中国最重要的生鲜食品生产与消费中心之一,其交通运输非常便捷并且冷链物流发展日新月异,截止至2024年底,辽宁省拥有冷库面积达890万平方米以上,冷藏车数量超20,000辆,并把冷链的比例提升到了38.5%左右,据辽宁省统计部门提供的数据显示[1]。但是在整个辽河流域的冷链行业的数字信息化程度还处于点状化的初级阶段,各个城市之间和地区之间的差距很大,不能满足高要求的发展需要。

文章采用TOE框架这一分析方法,并将技术、组织及环境这三大要素贯穿于现状、问题、原因以及解决措施之中,形成了一个完整的体系结构,在保证数据准确性的前提下增加了相关的核心期刊资料并改进了学术用词方式,从而对辽宁地区冷链物流中的数字技术的应用进行了全面的研究,提出了切实可行的方法,可以用于指导辽宁地区的冷链产业的发展[2]。

2. 辽宁省冷链物流的数字技术应用现状

2.1. 冷链物流发展现状

近年来,辽宁省冷链行业的迅速崛起,在此期间,各种设施逐渐完善,企业的数目也越来越多,为今后的发展打下了良好的基础。因为它是东北地区的一个交通枢纽地,所以到2024年为止,整个省份所拥有的公路、铁路等等运输路线总长达到了138,838 km,并且拥有一个完整的陆运、海运及空运系统,使物流运输系统得到有效的运转[3]。

在设施方面,在辽宁内,据辽宁省统计局(2024)年公布的“关于我省物流行业”的统计数据表明,自2014年以来至2024年期间,其冷链仓库的储存量由原来的400万立方扩大到890万立方,并且每年增长率达到了约8.3%左右;而冷藏车的数量也在逐年递增中,从2014年的10,000多辆发展到现在已有20,000多台,每年增幅约为9.8%左右。但是在流通速率方面,整个辽宁地区对于农产品、新鲜食品的冷

链运输比率也有了显著提升, 从 15.2 个百分点提高到了现在的 38.5 个百分点(见图 1)。但仍然远远低于全国平均水平乃至世界先进国家达到的 90% 以上的比例[4]。

从市场结构来看, 根据冷链物流业发展报告分析可知¹, 辽宁地区冷链物流企业发展迅速, 如沈阳哈运公司以及大连集益物流公司具有开展多式联运的能力, 并且一些大中型企业在发展生鲜冷冻业务的同时也带动了整个行业的服务水平和服务的专业性[5]。但是由于我国目前大部分为中小型物流企业, 在企业的规模上较小并且服务质量较低, 缺乏规范化的管理, 影响着整个物流业的发展水平[6]。

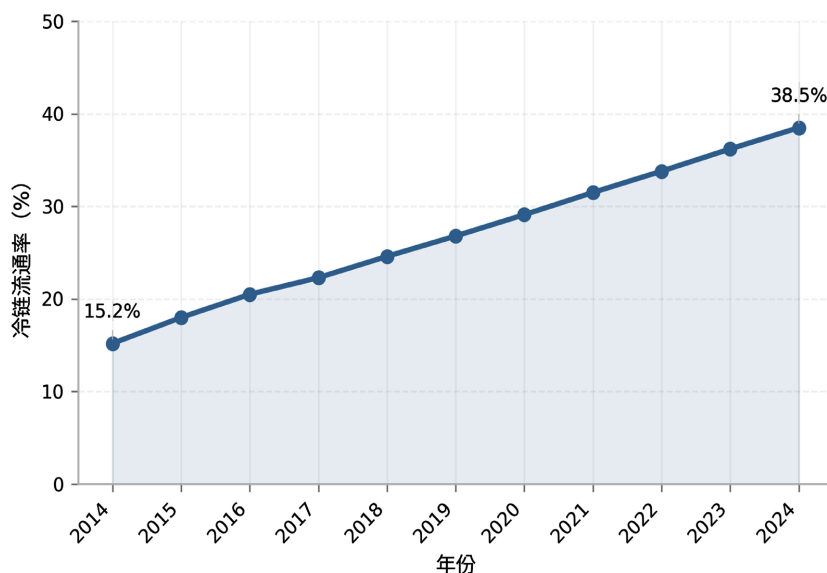


Figure 1. Trend of cold chain circulation rate in Liaoning Province

图 1. 辽宁省冷链流通率变化趋势

2.2. 冷链物流的数字技术应用现状

辽宁省作为中国重要的老工业基地和东北亚开放门户, 近年来在冷链物流领域加速推进数字化技术的应用, 以提升效率、保障食品安全、降低损耗。省内数字化技术应用于冷链物流主要从以下几方面展开:

(1) 冷链物流仓储的数字技术应用现状

辽宁省近几年运用数字化手段来改善冷链物流的基础建设, 在仓储、运输以及监管等方面建立了完善的系统化网络。随着生鲜电商与社区团购的发展壮大, 对于前置仓冷库数量和容积的要求也越来越高。而像大超市还有预制菜公司都需要面积较大的冷冻仓库和大量的冰箱, 这也促进了数字仓库领域的需求增加。从仓库的角度来看, 辽宁主要以沈阳和大连为中心建立了一些先进的智能型冷库。利用物联网的技术将温度和湿度都做到最好, 使得新鲜食品的保存时间比原来提高了 20% 多。但是由于省内的农村地区的冷库还是相对落后一些, 并且有些县区还停留在传统的冷库上, 导致其无法达到较高的温度控制标准, 所以损失程度依然较大(见图 2)。

(2) 冷链物流运输环节的数字化技术应用

辽宁利用了其“海、陆、空”的多种方式的优点, 在冷链物流中运用数字技术来保障冷链的安全性和高效性(见图 3)。在运输工具上, 物联网被广泛应用到冷冻车上, 企业在冷冻车上装有湿度计以及 GPS 或者是北斗卫星导航装置, 并且能够随时监测冷冻车的速度还有内部的温度状况等等, 这些都会及时地

¹https://www.sohu.com/a/932976817_498750

传送到云平台上,一旦发现问题就会立即发出警报。对于路径的选择以及各种交通模式之间的结合来说,大数据及 AI 技术起到了重要的作用。沈阳市或大连市由于拥有优越的海上航线或者港湾条件而建立了相关的冷链数据分享平台,从而大大提高了通关率。但是因为各个系统的相互连接不够紧密,所以仍然存在一些问题。例如铁路、飞机或者是汽车之间不能够很好地实现互相联系,这也就使得某些地方的信息比较落后。在最后一步也就是最后一公里,辽宁省正在逐渐推广智能配送的方式。按照计划,将首先从沈阳市或是大连市开始实施无人飞行器作为物流的一部分,加快了无人机用于快递业务以及其他相关物流领域的发展进程。

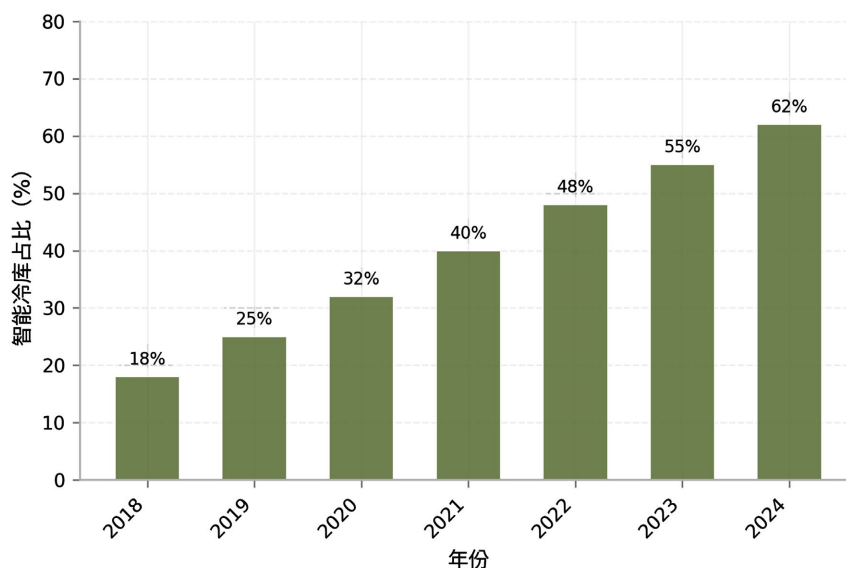


Figure 2. Trend of the proportion of intelligent cold storage in Liaoning Province
图 2. 辽宁省智能冷库占比变化趋势

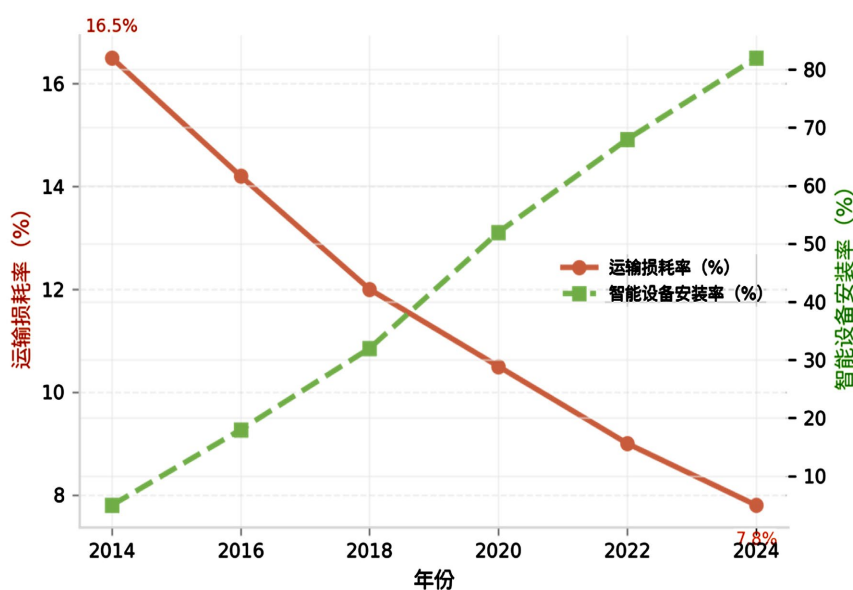


Figure 3. Trends in cold chain transportation loss rate and smart equipment installation rate in Liaoning Province
图 3. 辽宁省冷链运输损耗率与智能设备安装率变化趋势

3. 基于 TOE 框架的冷链物流数字技术应用问题及内嵌式成因分析

综上所述, 根据前面对于辽宁地区冷链物流以及数字技术应用情况的研究可知, 目前在辽宁地区的冷链物流行业虽然已经开展了一定程度上的数字化转型工作, 并且通过政府的相关指导和支持措施下利用自身的地理位置优势也取得了一定的进步成果, 培养出了像沈哈红运公司、大连集益这样的能够实现不同形式之间货物运送工作的企业作为冷链行业的多式联运经营者, 但是从总体来看还是属于比较低级的发展状态, 在相关技术的应用方面存在着较多的问题, 在资源分配整合以及整个产业链条之间的协调合作等诸多问题都还有待解决和完善, 因此距离国家所制定出的关于冷链物流行业发展过程中应该达到的目标还存在一定差距, 主要体现在以下几个方面。

3.1. 技术维度: 应用不均衡且融合深度不足, 技术扩散效率偏低

3.1.1. 问题表现

结合刘佳佳等(2024)文中所提到的辽宁省生鲜冷链物流数据, 发现数字技术存在明显区域差异。中心城市的沈阳、大连、营口等地冷链数字化水平达到 65%以上, 并广泛应用了云计算技术和人工智能技术, 而辽西、辽北等地区仍然沿用传统的作业方法, 农村地区的冷库数字化程度不到 20%, 相比城市而言, 其农产品在产后的损失率要高出 10~15 个百分点[7]。主要应用于温度、湿度以及位置等方面的检测, 在数据的大数据分析预测方面, 智能调度及全程追溯等方面的应用较少, 未能很好地融入到生产、加工、销售过程中去。

3.1.2. 成因解析

由于数字技术不能与之相容或者不存在, 设备之间的接口、数据格式也没有一个标准, 在各个平台上互相合作十分困难, 这也印证了李影等(2024)所述的数字化转型的制约因素[8]。对于一些小企业和中型公司来说, 它们需要花费大量资金去学习新的技术和应用这些新科技, 但是他们却难以购买智能设备的钱, 并且还需要为系统付出相应的费用。而在农村缺乏像 5G 这样的相应配套设施, 例如电等等, 这影响到了技术的发展。

3.2. 组织维度: 企业能力不足与人力资本短缺, 数字化内生力薄弱

3.2.1. 问题表现

行业主体为中小型企业, 缺乏资金、技术和管理水平, 投入少、设备闲置严重, 管理者信息化意识淡薄不愿转型, 具备冷链物流知识和技术的人才匮乏, 供需矛盾突出。

3.2.2. 成因解析

公司规模小、资金有限, 盈利能力差, 缺乏足够的财力支持企业的信息化建设; 管理层技术水平低且缺少长远计划性, 忽视了公司的长期发展; 学校培养的人才不能满足社会需要, 职业教育不到位, 没有完善的引人留人的制度。

3.3. 环境维度: 政策支撑不足、基础设施薄弱、市场协同机制缺失

3.3.1. 问题表现

政策方面: 给予中心大城市以及大企业的支持较多, 在辽西地区、辽北地区以及中小企业方面的扶持较少。数字化管理、标准化建设不到位, 数据的安全性、传递方式以及来源等方面没有明确的规定。5G 网络覆盖程度较低且不稳定, 并且大多位于农村或偏远地区的冷链点位上。缺少龙头企业的带动作用, 整个产业链上下游之间联系不够紧密, 存在信息孤岛问题。

3.3.2. 成因解析

政策、制度不完善, 政府给予的资金支持不足, 没有相应的税收优惠与金融支持等措施; 数字化基础设施不健全造成城乡和地区间差距加大。缺乏有较强市场竞争能力企业的带动, 难以有效整合资源, 这同时也印证了冯燕芳等所描述的优化策略(2023) [9]。

4. 辽宁省冷链物流数字技术应用优化路径

4.1. 技术维度: 推动均衡布局与深度融合, 提升技术扩散效率

缩小区域间的“数字鸿沟”。增加在辽西、辽北以及乡村地区的智能冷库及物联网相关设备投资, 并将产地前置仓打造为数字化仓库, 以达到温度、湿度可控并可联网的目的。

推进深度融合。将物联网、大数据及人工智能融入到仓库管理、运输、配送以及追溯中去, 并开发出诸如智能调度系统、需求预测、库存管理系统等功能模块的应用软件, 使各种方式之间可以相互交换信息。

统一技术标准。建立冷链数据上传、设备接口及全程追溯的地方标准, 对接国家标准, 增强系统的通用性和互通互联能力。

4.2. 组织维度: 强化企业主体能力, 补齐人力资本短板

增强企业的“数字”能力: 支持中小企业选用简单化的、可组合式的数字方案, 减少其应用门槛; 鼓励大型企业分享自己的技术平台, 向中小企业提供数字化的服务。

培养复合型人才。鼓励校企合作开设冷链物流数字物流专业, 并提供在职培训机会; 建立健全的人才引进及奖励制度以留住技术和管理人员。

加强认识。鼓励公司制定长远的数字化策略、制度化管理和维护设备以及数据, 并提高其利用效率及价值。

4.3. 环境维度: 完善政策支撑体系, 优化基础设施与市场生态

加大政策支持力度。成立冷链资金专项小组, 并为购置相关智能设备提供一定的补助及较低利息的贷款, 在政策方面应多关注农村或偏僻地区的中小企业发展。

加强数字基础建设。加快推进农村及冷链点位上 5G 基站、宽带等设施建设和稳定电力供应, 保证数字化设备正常运转。

打造协同市场体系。扶持一批省级冷链龙头骨干企业, 实现资源整合及平台建设; 建立覆盖全境的冷链数字化管理系统, 打破从产地到销地的数据孤岛现象。

发挥区位优势开辟新路。在大连港、营口港建立跨境冷链数据交换中心, 简化通关手续, “中欧班列 + 冷链海运”, 打开东北亚冷链大门。

5. 优化辽宁省冷链物流数字技术应用的对策建议

结合辽宁省冷链物流数字技术应用现状及问题成因, 立足《辽宁省冷链物流高质量发展实施方案(2022—2025 年)》的发展目标², 结合省内区位优势和产业基础, 借鉴行业内先进经验, 从政策、市场、企业、三个层面, 提出针对性的优化对策, 推动辽宁省冷链物流数字技术应用高质量发展, 助力新时代辽宁全面振兴全方位振兴, 同时为全国同类地区冷链物流数字化转型提供参考[10]。

5.1. 完善政策扶持体系, 强化监管与标准建设

首先, 在现有基础上完善相关优惠政策, 加强对辽西、辽北地区的支持, 并且针对偏远乡村和中小型

²<https://www.ln.gov.cn/web/qmzx/wzjjbp/wszc/FBA6D7AE11174CDD94239285B1EE52A7/index.shtml>

物流公司的支持力度加大。政府部门可以单独成立一个关于促进冷链物流企业数字化发展的专项资金,对于购买智能化冷库、温度控制感应器或者 GPS 定位系统的企业予以一定的资金补助,也可以通过减税或提供低利息贷款等方式来帮助这些小型公司减轻负担。要大力鼓励和支持沈阳市、大连市、营口市等地争创国家级骨干冷链物流基地,充分发挥其作为中心城市的示范引领效应,以此为突破口,带动其他区域乃至整个省份内县乡级的冷链信息化程度得到提升,实现整体协调发展。其次,建立完善的数字化监管机制和标准制度。根据辽宁实际情况,制定出一套完整的冷链数字技术运用准则、数据传输通道标准和产品全链条追踪标准,积极参考并落实全国范围内的冷链行业共同标准。打造省一级别的冷链物流全面数字化管理平台,将仓库温度监控情况、货物运输路线以及货物来源去向全部纳入其中,杜绝只注重表面而忽视实质性的数字化工作开展方式。并且要在省内普及一系列标准化冷藏用具,例如标准化冷藏筐和流通型冷链工具,如标准化循环性冷藏容器,从而有效推进整个行业的操作流程规范化进程,进一步提高辽宁省冷链物流的整体质量。最后,从顶层设计出发,把冷链数字化建设和实施融入到乡村振兴计划中去,将其同东北亚开放窗口城市建设结合起来。继续完善农村地区的 5G 通讯基站建设、网络宽带接入以及电力供应设施,以支持乡村智能冷库存储及产地前置仓库数字化运营。借助大连港、营口港等海港口岸的优势条件,构建跨境冷链物流的数据交换平台和服务系统,并简化跨境冷链检查程序,在此基础上不断探索发展“中欧班列与冷链海运”的新物流模式,打通辽宁向东北亚国家进口出口生鲜冷链的新渠道。

5.2. 提升市场整合能力, 构建协同发展生态

扶持龙头企业发展壮大,积极引导省内具有较强实力的企业开展兼并与收购,并利用现有条件将相关业务合并发展,在行业内树立典型示范作用。大力支持以大型物流企业为主导建设区域性的冷链物流大数据平台,充分调动全省范围内的货源信息、运输能力以及仓库资源等相关要素,积极参与到互联网+时代下的资源共享中来,向中小型企业免费或低价提供相应的技术支持和服务,借助辽宁地区独特的交通区位优势,即海洋、地面和空中三者结合而成的独特立体化物流模式,实现铁路、汽车和海上运输之间的数据互通互联,从而不断提高其在多式联运中的数字化程度和发展速度。

其次是强化链条协作,在促进冷链物流企业和农业基地、食品加工厂、超市、电商平台等相关方开展紧密合作的同时消除各方之间的信息孤岛。打造整个产业链上的数字一体化平台,并将各个环节的数据打通并分享给相关参与方,利用该平台形成一个从产地直达餐桌的全过程可追踪系统,同时还要推进前置仓、冷藏配送箱以及智能取件机等方面的数字化建设工作,优化末端设施配置水平以提高末端配送能力。

最后是培养数字需求市场,在媒体上加强宣传力度,开展社区普及教育活动,并且利用互联网平台大力推荐,使人们形成绿色环保、安全健康的观念意识,注重所购买冷链产品是否具有质量保证以及其全过程的信息追踪情况,促使相关企业加速向数字化方向转变。支持冷链公司开发出“数字化+冷链+增值业务”的多种经营模式,增加数字化的服务项目,并努力吸引社会及私人投资于物流业中的冷链物流领域,为企业发展提供充足的投资来源以解决在发展过程中出现的缺少资金问题。

5.3. 强化企业主体地位, 提升数字化应用水平

结合陈曦等(2022)的观点,以及对本文的理解,第一是增加企业的数字化投资,在满足企业发展需要的基础上实现对企业仓库、运输以及最后一步的配送环节实施数字化的改革,并且利用我国本地的企业所具有的优势来引进先进的高端设备并运用到实际工作中去,同时也要在企业中实行无人机冷冻试点工作。第二是要提高企业的自主创新水平,使企业能够同相关的学校或者研究单位共同研制出具有核心竞争力的技术成果并且要根据自身的情况生产一些独特的数字化的产品,并做好相应的安全工作防止出现信息泄露的问题保证其可以被长久地使用下去。第三就是增强企业在管理方面的人员对于数字化的重视

程度, 通过对其的相关培训使其完成自身的转变, 制定好相应的工作制度及奖励措施, 加强对公司员工的教育培训, 使得他们不会让购买来的设备处于闲置状态而是将其发挥出最大的价值从而营造一种人人都参与到其中的良好局面[11]。

6. 结论

文章对于辽地区冷链物流中的数字技术运用方面做了相关的研究工作, 在介绍了辽宁地区冷链的发展趋势之后, 提出了辽宁地区发展冷链物流的优点及弊端, 并且还介绍了辽宁地区冷链物流在仓库管理和物流配送、监管追溯、信息化平台等方面的运用了哪些相应的数字技术手段来展示出辽宁地区冷链物流能够达到数字化水平的一些成就, 最后通过结合着技术、组织、环境这三大因素作为指导性原则, 将整个辽宁省冷链物流领域内数字技术的运用情况、存在的问题及其原因进行了详细的分析探讨, 从而形成一个完整的关于辽宁省冷链物流领域的数字技术的研究过程包括理论、实践、方法在内的研究体系, 得出结论认为, 目前辽宁省内的冷链物流已经取得了诸如增加设施设备数量、部分环节实施数字化操作等等一系列进步和发展, 但是由于受到技术传播不平衡、组织能力弱化、外部条件缺乏支持三个方面的限制, 使得其仍然停留在较低层次上进行简单的对接和尝试性的探索之中, 其中城市中心区域同乡村之间存在着明显的差异, 大企业和小规模企业之间的差别也很明显, 而且从总体上看, 大部分都是利用一些基本的技术来进行数据采集的工作, 没有做到全面地贯通衔接起来, 基础设施建设、相关政策制定、人才培养机制、行业标准设置等工作都亟待加强和完善。

在未来的发展中要实现辽宁省冷链物流的数字化转型, 在技术方面要做到均衡化, 并且在各个方面做到融合发展的状态。同时也要从组织上提高企业的能力和人力资源水平, 还要做好环境方面的政策支持以及设施条件的支持还有市场的协调工作等各方面的工作。从而达到全方位共同进步的状态。然后是结合了辽宁地区的地理情况和当地的特色行业来借鉴其他行业的经验并且提出了几点合理的意见, 希望能够使得辽宁地区的冷链物流当中的数字技术获得更好更快地发展的同时也为我们今后进一步研究奠定了良好基础。

参考文献

- [1] 汪旭晖, 张其林. 基于物联网的生鲜农产品冷链物流体系构建: 框架、机理与路径[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2016, 16(1): 31-41+163.
- [2] 谢康, 吴娜, 杨楠. 数字技术驱动企业数字化转型的 TOE 框架整合研究[J]. 管理世界, 2021, 37(5): 130-145+219.
- [3] 王欢芳, 钟玲. 我国城市群物流产业链现代化水平提升路径研究——基于 TOE 框架的组态分析[J]. 安顺学院学报, 2026, 28(2): 118-126+136.
- [4] 中华人民共和国农业农村部市场与信息化司. 《中国农产品产地冷链物流发展报告(2024)》显示——补齐“最先一公里”短板 迈向高质量发展新程[EB/OL]. https://scs.moa.gov.cn/gzdt/202508/t20250828_6476790.htm, 2026-06-30.
- [5] 中国物流与采购联合会, 一体化 标准化 智能化——高标准推动“三网一平台”冷链物流[EB/OL]. <http://www.chinawuliu.com.cn/xsyj/202206/10/579956.shtml>, 2026-06-30.
- [6] 王浩, 刘敏. 东北地区农产品冷链物流发展困境与对策[J]. 商业经济研究, 2022(19): 134-136.
- [7] 刘佳佳. 生鲜冷链物流发展现状、问题及对策分析——以辽宁省为例[J]. 商业经济研究, 2024(5): 146-149.
- [8] 李影, 周叶. 数字经济驱动农产品冷链物流高质量发展的路径研究[J]. 中国储运, 2024(1): 198-200.
- [9] 冯燕芳, 陈永平. 技术赋能下生鲜农产品冷链物流质量提升途径研究[J]. 价格理论与实践, 2024(4): 72-76+224.
- [10] 辽宁省政府官网. 辽宁省冷链物流高质量发展实施方案(2022—2025 年) [Z]. 2022-10-11. <https://www.ln.gov.cn/web/qmzx/wzjjbp/wszc/FBA6D7AE11174CDD94239285B1EE52A7/index.shtml>
- [11] 陈曦. 我国冷链物流数字化转型研究[M]. 北京: 中国物资出版社, 2022.