

大湾区农产品冷链追溯系统的构建与实施

戴昀弟, 隋继学, 卓俊亦, 马晓童, 吴欣栩, 李小瑜, 朱子妍

珠海科技学院 广东珠海

【摘要】粤港澳大湾区经济持续向好发展阶段, 市场对农产品的品质要求逐步提高, 安全属性与可追溯特性成为核心需求。保障农产品质量安全、优化物流流转效率, 促使冷链追溯系统的搭建成为关键实践路径、依托物联网技术开展全程温控监测, 借助区块链技术保障数据真实可查, 搭建统一信息交互平台促成跨区域协作衔接, 最终构建覆盖农产品生产、加工、运输及销售各环节的全链条追溯机制、该系统的落地应用既能显著减少物流环节中的产品损耗, 强化农产品质量安全的保障效能, 亦能增强消费者对市场产品的信任度, 为区域农业现代化进程推进与供应链高效运转提供有力支撑。

【关键词】大湾区; 农产品; 冷链; 追溯系统; 构建与实施

【基金项目】珠海科技学院第七批“三个层次”人才建设工程; 珠海科技学院质量工程项目(项目编号 ZLGC20250101)

【收稿日期】2025 年 10 月 15 日 **【出刊日期】**2025 年 11 月 15 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250277

Construction and implementation of agricultural product cold chain traceability system in the Greater Bay Area

Yundi Dai, Jixue Sui, Junyi Zhuo, Xiaotong Ma, Xinxu Wu, Xiaoyu Li, Ziyang Zhu
Zhuhai College of Science and Technology, Zhuhai, Guangdong

【Abstract】 As the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area's economy continues to thrive, market demands for agricultural product quality are steadily increasing, with safety attributes and traceability becoming core requirements. Ensuring product quality and safety while optimizing logistics efficiency has made establishing cold chain traceability systems a critical practice. Leveraging IoT technology for full-process temperature monitoring and blockchain technology to ensure data authenticity and verifiability, along with building a unified information exchange platform to facilitate cross-regional collaboration, ultimately establishes a comprehensive traceability mechanism covering all stages from production to sales. The implementation of this system not only significantly reduces product losses during logistics and strengthens quality assurance but also enhances consumer trust in market products, providing robust support for regional agricultural modernization and efficient supply chain operations.

【Keywords】 Greater Bay Area; Agricultural products; Cold chain; Traceability system; Construction and implementation

引言

粤港澳大湾区是中国经济活力最为突出的区域之一, 农产品市场需求持续扩容, 消费者对于食品安全的重视程度也在逐步加深、冷链物流行业持续发展的背景下, 兼顾农产品质量保障与供应链效率提升, 已成为区域发展进程中亟待解决的关键课题、

搭建高效运转的冷链追溯系统, 整合应用物联网与区块链等先进技术, 可实现农产品流通全程的监控与追溯, 既能够筑牢产品安全防线, 又能提升物流环节透明度, 增进消费者信任度。

1 大湾区农产品冷链追溯系统建设的必要性与现状

1.1 构建冷链追溯系统的必要性

农产品具有易腐烂、易受损的天然属性,在运输及储存环节中,温度与湿度的波动极易对其产生影响,冷链系统由此成为保障农产品品质与食品安全的核心支撑、大湾区作为消费需求旺盛且市场结构复杂的区域,实现农产品从产地源头到消费者餐桌的全流程冷链管控,其重要性尤为凸显^[1]。这一系统不仅能有效延长农产品保鲜时长,降低流通损耗,还能最大程度规避食品安全隐患,为消费者提供更具安全保障的食品选项、冷链追溯系统通过完整记录并实时监控农产品流通全链条信息,可在食品安全问题出现时快速定位源头,提升监管工作的效率与公开性^[2]。

1.2 大湾区冷链物流与追溯体系的现实状况

作为中国经济发展水平领先的区域,大湾区在冷链物流建设领域已取得显著成效、基础设施层面,冷库设施、冷藏运输车辆及冷链运输网络持续优化完善,但仍存在设施配置不均、区域发展失衡的问题,部分偏远区域的冷链设施建设相对滞后,直接影响了冷链运输的整体效率与安全性能、追溯体系建设方面,近年来大湾区“菜篮子”工程的推进,带动了可追溯平台的搭建,实现了多省市之间的信息互通与协作联动、但当前冷链追溯体系仍存在标准化建设不足、跨区域协作难度较大等现实问题^[3]。

1.3 建设冷链追溯系统面临的主要挑战

冷链管理实践中,各环节温控执行不到位、信息传递断裂以及损耗率偏高,是普遍存在的突出问题。预冷处理、仓储保存、物流运输等关键环节的温控措施常未能严格落实,不仅造成农产品品质下降,还可能对消费者健康形成潜在威胁、同时,冷链追溯系统的数据采集渠道较为分散,且技术平台建设相对滞后,导致数据难以实现实时共享,大幅降低了监管与追溯工作的效率、跨区域协同方面同样面临诸多阻碍,大湾区涵盖多个城市与地区,不同区域在相关标准、制度设定上存在差异,这使得冷链物流与追溯系统的协同运作面临较大困难。

2 冷链追溯系统的构建思路与关键要素

2.1 系统架构设计

冷链追溯系统的架构设计采用层次化构建思路,以此保障各环节的协同运作与高效运行、处于架构底层的感知层,主要依托物联网传感器(如温湿度传感器、压力传感器)及实时定位技术(GPS、RFID、

二维码等)的部署,对农产品从产地采摘、仓储管理、运输流转至分销配送的全流程进行实时状态监测、其中,温湿度监控是保障农产品质量的关键环节,传感器可实时传输监测数据,监测精度能稳定控制在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $\pm 2\%\text{RH}$ 范围内,有效规避因温控操作失误引发的农产品损害问题^[4]。

数据层承担着数据采集、汇聚、存储与清洗的核心职责,核心目标是保障系统内各类数据的准确性与一致性、借助统一的数据平台,农产品从生产到流通全链条的所有信息均可实现高效管理与调度、在数据清洗环节,通过应用数据标准化处理与缺失值补全技术,进一步提升数据的可用性,为后续环节提供可靠的数据支撑、服务层则整合大数据分析技术与区块链技术,结合决策支持引擎,对冷链流程开展实时动态监控,及时对异常情况发出预警,切实保障追溯系统的安全性与可靠性。

2.2 关键功能模块

温控监测与预警模块是冷链追溯系统的核心功能组成部分、依托布设的各类传感器,系统可实时捕捉温度、湿度及振动等环境参数,当参数超出设定阈值时,系统会立即启动报警机制、在温度控制方面,系统设定的阈值通常为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$,湿度控制阈值为 $\pm 5\%\text{RH}$,通过严格把控环境参数,维持冷链环境稳定,消除可能导致农产品质量受损的各类因素^[5]。

冷链路径追踪模块能够实现农产品全程运输路径的实时记录、利用GPS与RFID技术,系统可精准记录运输路线、停留节点、交接情况等关键数据,同时对异常停留、逗留时间过长等情况进行预警提示、该模块的应用让运输过程更具透明度,确保农产品运输全环节均可实现追溯、溯源信息登记模块通过录入农产品生产地、品种类别、农业投入品使用情况、采摘时间等详细信息,让消费者能够清晰查询农产品从源头到终端的全流程信息,真正实现全程可溯源,如图1所示。

2.3 制度与标准保障

为推动冷链追溯系统顺利落地实施,建立统一的冷链物流及追溯标准是重要前提、这些标准需涵盖温控要求、运输时限、操作规范等内容,例如在温控设备标准化方面,明确冷库温度应控制在 $2-8^{\circ}\text{C}$,冷藏车运输过程中温度需保持在 -18°C 以下等具体要求^[6]。

除此之外,冷链追溯系统的稳定运行还需配套

完整的操作规程与管理制度, 内容需覆盖数据上传规范、信息共享机制、安全管理细则、责任追溯流程等方面。通过构建完善的责任追溯机制, 明确各环节责任主体, 确保出现问题时可精准追溯至具体责

任人、考虑到大湾区冷链物流跨区域协同仍面临阻碍, 需进一步推动各城市、物流企业与监管机构之间的有效联动, 尤其在标准统一、流程协同等关键领域加强区域合作^[7]。

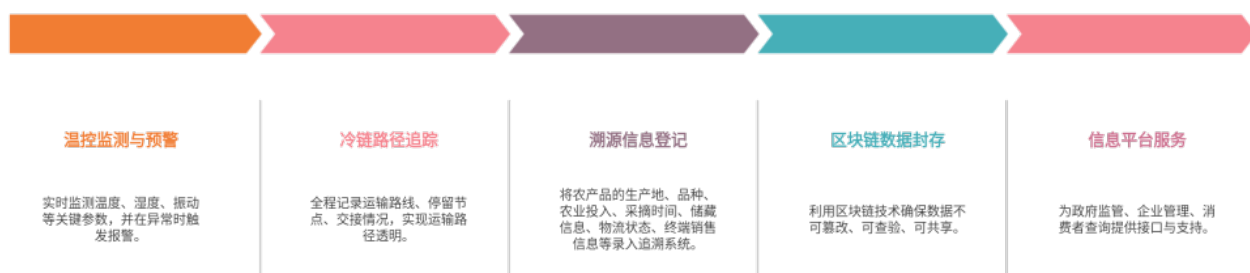


图1 关键功能模块

3 冷链追溯系统在大湾区的实施路径

3.1 平台建设与落地推广

在大湾区推进冷链追溯系统建设, 首要任务是搭建区域统一的“农产品冷链+追溯”信息平台。该平台需整合各类数据资源与服务功能, 确保农产品从产地源头到消费者餐桌的每个流转环节都可实现追溯、为保障系统的可行性与运行稳定性, 平台建设需分阶段推进, 遵循从试点建设到逐步扩展的实施路径、通过筛选具有代表性的典型农产品、农产品生产基地及物流节点开展试点工作, 先行完成系统测试与优化调整, 积累实践经验后再逐步向更大范围推广应用、在平台推广过程中, 需重点推动产地、加工、物流、销售各环节的全链条接入, 保障各环节信息高效互通, 从源头到终端形成闭环追溯体系, 进一步提升冷链管理的透明度与运作效率^[8]。

3.2 标准化建设与节点联动

构建冷链物流标准体系时, 需全面覆盖预冷、储藏、运输、配送等各环节的温控指标、设备技术标准及操作规范。以温控标准为例, 明确冷藏库温度需稳定维持在 $2-8^{\circ}\text{C}$ 区间, 冷藏运输车辆温度需控制在 -18°C 以下、信息标准化建设中, 必须制定统一的数据接口规范, 确保不同参与主体及系统之间能够实现无缝对接与数据高效共享、此外, 大湾区跨城市、跨区域的物流协同机制建设尤为重要, 需积极推动各城市、物流企业、农产品基地之间的有效联动, 保障跨区域供应链协作顺畅, 实现冷链物流的高效流通与区域协同配送。

3.3 技术投入与能力提升

为要提升冷链追溯系统的运行效率与实施可行性, 需大力推动物联网、区块链、大数据、人工智能等先进技术在系统中的应用、其中, 物联网技术可实现对温湿度、震动等关键环境参数的实时监控; 区块链技术能保障数据的不可篡改性及可追溯性, 增强系统的信任基础; 大数据与人工智能技术则可对冷链全流程数据进行智能分析与异常预警, 提升系统运营效率与应急响应速度、基础设施建设是技术应用的重要支撑, 需加快建设标准化冷库、冷藏运输车辆、多式联运节点及信息通信网络等硬件设施, 并做好设施的技术更新与日常维护工作^[9]。

3.4 监管与服务体系优化

为保障冷链追溯系统的顺利推进, 政府部门需制定针对性的激励政策与补贴措施, 鼓励企业及社会资本参与冷链系统建设。借助政策引导, 加快冷链物流与追溯体系的普及应用进程、同时, 建立健全的监管机制至关重要, 依托追溯系统可实时发现供应链中的问题, 及时定位责任主体, 从而压实各环节参与方的责任、监管体系的完善不仅能提升整个冷链系统的安全水平, 还能增强消费者对市场农产品的信任度、在服务优化方面, 需通过二维码、手机 APP 等便捷方式, 让消费者能够轻松查询农产品的产地信息、运输状态及冷链环境情况, 提高信息透明度, 进而增进市场信任度与消费者忠诚度。

4 结语

大湾区农产品冷链追溯系统的建设, 不仅能提升农产品质量安全的保障能力, 还能增强供应链的透明度与运作效率, 推动区域农业产业向现代化转

型、通过构建统一信息平台、推进标准化建设、加强技术应用、深化区域协同等多方面举措,可有效应对当前冷链物流领域面临的挑战,提升农产品流通的稳定性与安全性。未来,通过持续优化制度保障体系、加强技术创新力度、强化专业人才培养,将为大湾区农业发展与消费者食品供应提供更安全、更便捷的保障。

参考文献

- [1] 李萌萌.粤港澳大湾区生鲜农产品冷链物流需求预测与发展对策[D].仲恺农业工程学院,2024.
- [2] 封趣,赵珊婷,朱婷.粤港澳大湾区农产品绿色物流发展问题及对策[J].山西农经,2025,(02):138-141.
- [3] 赵文德.乡村振兴战略下广州建设粤港澳大湾区农产品供应链渠道研究[J].物流技术,2022,41(08):14-19+64.
- [4] 鲁罗兰.粤港澳大湾区冷链物流供需现状分析及对策研究[J].价值工程,2024,43(33):69-71.
- [5] 裴伟超.粤港澳大湾区绿色农产品冷链配送最优路径选

择研究[J].南昌师范学院学报,2024,45(02):134-140.

- [6] 唐翰翎.粤港澳大湾区背景下广东生鲜农产品冷链物流发展研究[J].科技风,2022,(34):124-126.
- [7] 黄红星,刘晓珂,林伟君.基于全产业链视角的粤港澳大湾区农产品冷链物流业发展分析[J].广东农业科学,2023,50(01):90-100.
- [8] 张思敏,黄灏然,方凯.粤港澳大湾区农产品冷链物流高质量发展路径研究[J].南方农村,2024,40(02):24-28.
- [9] 花开太,卓宗祥,梁飞.湖南省农产品冷链物流全面对接粤港澳大湾区发展探讨[J].南方农业,2024,18(19):169-172.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS