

# 基于物联网与大数据的食品药品冷链智能监控预警系统研究

张玲玲

杭州多协信息技术有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i4.8818

**[摘要]** 食品药品冷链的稳定运行是保障产品质量安全的核心前提，当前传统冷链监控模式存在感知滞后、数据碎片化、预警精度不足等问题，难以满足食品药品全流程溯源与风险防控需求。本文结合物联网感知技术与大数据分析技术，构建食品药品冷链智能监控预警系统，明确系统整体架构与各模块功能，优化数据采集、传输、分析及预警全流程，实现冷链环境参数的实时监测、异常数据的精准识别与风险的提前预警。研究表明，该系统可有效提升冷链监控的智能化水平，降低食品药品变质耗率，为食品药品冷链安全管理提供技术支撑，具有重要的理论价值与实际应用意义。

**[关键词]** 物联网；大数据；食品药品冷链；智能监控

## Research on an Intelligent Monitoring and Early Warning System for Food and Drug Cold Chain Based on IoT and Big Data

Zhang Lingling,

Hangzhou Duoxie Information Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** The stable operation of food and drug cold chains is fundamental to ensuring product quality and safety. Current traditional cold chain monitoring models suffer from issues such as delayed perception, fragmented data, and insufficient early warning accuracy, making them inadequate for full-process traceability and risk prevention requirements. This study integrates IoT sensing technology with big data analytics to develop an intelligent monitoring and early warning system for food and drug cold chains. The system's overall architecture and module functionalities are clearly defined, with optimized processes for data collection, transmission, analysis, and early warning. It enables real-time monitoring of cold chain environmental parameters, precise identification of abnormal data, and proactive risk alerts. Research demonstrates that this system significantly enhances the intelligence of cold chain monitoring, reduces spoilage and loss rates, and provides robust technical support for food and drug cold chain safety management, holding substantial theoretical and practical significance.

**[Key words]** Internet of Things; Big Data; Food and Drug Cold Chain; Intelligent Monitoring;

食品药品的质量安全直接关系到公众身体健康与生命安全，冷链作为食品药品从生产、储存、运输至终端消费的核心环节，其环境参数的稳定性直接决定产品品质。随着食品药品行业的快速发展，传统冷链监控依赖人工巡检、单点监测的模式已凸显局限性，易出现参数超标未及时发现、风险溯源困难等问题<sup>[1]</sup>。物联网技术的普及与大数据分析能力的提

升，为冷链智能监控预警提供了技术可能，构建基于物联网与大数据的冷链智能监控预警系统，破解传统监控痛点，完善冷链安全管控体系，已成为当前食品药品安全领域的研究重点与迫切需求。

### 1 食品药品冷链监控的现状与现存问题

#### 1.1 食品药品冷链监控发展现状

当前食品药品冷链行业已逐步意识到监控体系建设的重要性，部分企业开始引入基础监测设备，实现冷链环境中温度、湿度等核心参数的初步监测。冷链监控的覆盖范围逐步拓展，从传统的储存环节延伸至运输、配送及终端销售等全流程，监控方式也从人工记录向自动化监测转型。随着行业监管力度的不断加大，食品药品冷链追溯体系逐步完善，部分地区已实现产品冷链信息的初步联网共享，为风险管控提供了基础数据支撑。但整体而言，冷链监控的智能化水平仍处于较低阶段，技术应用的深度与广度不足，难以满足大规模、高精度的监控需求<sup>[2]</sup>。

### 1.2 冷链监控现存核心问题

感知层面存在覆盖不全面、精度不足的问题，现有监测设备多采用单点部署模式，难以实现冷链全流程无死角监测，部分设备老化、校准不及时，导致监测数据存在偏差，无法真实反映冷链环境实际状态。数据传输环节存在碎片化、延迟性问题，不同冷链环节的监测数据分散存储，缺乏统一的数据标准与传输协议，数据共享难度较大，且部分无线传输方式受环境干扰，易出现数据丢失、延迟等情况，影响预警的及时性。

预警机制不完善是当前冷链监控的突出短板，现有预警多基于固定阈值触发，未结合历史数据、环境变化趋势进行动态调整，导致预警精度较低，易出现误报、漏报现象。同时，预警响应机制不健全，异常情况发生后，无法快速定位问题环节、推送预警信息，难以实现风险的及时处置。此外，冷链数据的分析利用不足，大量监测数据未得到有效挖掘，无法通过数据关联分析识别潜在风险，难以为冷链管理决策提供科学支撑，制约了冷链安全管控水平的提升。

## 2 相关技术基础

### 2.1 物联网技术

物联网技术以感知技术、通信技术、嵌入式技术为核心，实现物与物、物与人的互联互通，为冷链智能监控提供了基础技术支撑。感知技术作为物联网的核心环节，通过各类传感器实现冷链环境参数的实时采集，包括温度传感器、湿度传感器、压力传感器等，可精准捕捉冷链环境中的各类参数变化，为后续数据处理提供原始数据。通信技术分为有线通信与无线通信两类，有线通信可实现固定场景下的稳定数据传输，无线通信则适用于运输、配送等移动场景，满足不同冷链环节的传输需求。

嵌入式技术实现了传感器与传输模块的集成，可将采集到的环境参数进行初步处理与编码，提升数据传输的效率与稳定性，同时降低设备能耗，适应冷链场景的复杂环境。物联网技术的应用打破了传统冷链监控的时空限制，实现了冷链全流程的实时感知与数据传输，为智能监控预警系统的构建奠定了硬

件基础。

### 2.2 大数据技术

大数据技术包含数据采集、存储、处理、分析、挖掘等主要部分，可以对大量的冷链数据进行高效处理并加以利用。数据采集环节依靠物联网设备、溯源系统等多渠道来获取冷链全流程数据，包含环境参数数据、产品信息数据、物流信息数据等，形成海量异构数据集合。数据存储技术使用分布式存储架构，可以实现海量数据的安全存储和高效访问，解决传统存储方式容量不足、访问速度慢的问题。

数据处理技术就是对数据进行清洗、转换、整合等操作，消除数据噪声、弥补数据缺失，实现数据标准化，为后续分析工作提供高质量的数据。数据挖掘技术利用关联分析、趋势预测、异常检测等算法，从大量的数据中发现隐藏的规律，找出冷链环境中的异常特征和风险隐患，给预警机制的改进提供数据支持。大数据技术的应用把冷链数据由“采集”变为“利用”，从而提高了冷链管理的科学性、智能化水平。

## 3 食品药品冷链智能监控预警系统总体设计

### 3.1 系统设计原则

系统设计以实用性为原则，根据食品药品冷链实际应用场景需求，对系统功能模块进行优化，保证系统操作简便、运行稳定，可以快速适应不同规模、不同类型的冷链企业。可靠性原则贯穿于系统设计的全过程，选用高性能的硬件设备、优化数据传输协议、完善数据备份机制，保证系统在复杂的冷链环境中可以持续稳定地运行，避免数据丢失、系统崩溃等问题。

扩展性原则即系统具有良好的可扩展性，可以随着冷链行业的发展以及技术的更新，灵活地增加新的功能模块，扩大监测范围，满足不同的场景下对冷链的监控需求。安全性原则重视数据安全和系统安全，用数据加密、访问控制、防火墙等技术来防止数据泄露、篡改等风险，保证冷链数据的完整性、安全性，保护企业商业秘密和产品信息。

### 3.2 系统总体架构

基于物联网与大数据的食品药品冷链智能监控预警系统采用分层架构设计，自上而下分为感知层、传输层、数据层、应用层四个核心层次，各层次相互关联、协同工作，实现冷链全流程的智能监控与预警。感知层作为系统的底层，负责冷链环境参数与产品信息的实时采集，是系统数据的来源基础；传输层负责将感知层采集到的数据传输至数据层，保障数据传输的及时性与稳定性；数据层负责数据的存储、处理与挖掘，为应用层提供数据支撑；应用层实现系统的各项功能输出，为用户提供可视化监控、预警提醒、数据查询等服务。

## 4 系统各模块详细设计

### 4.1 感知层设计

感知层的核心功能是实现冷链环境参数与产品信息的全方位、精准采集,结合食品药品冷链的不同场景,合理部署各类感知设备,构建全流程无死角的感知网络。环境参数感知设备选用高精度、低能耗的传感器,包括温度传感器、湿度传感器、氧气传感器、二氧化碳传感器等,根据食品药品的储存运输要求,设定合理的监测点位,确保参数采集的全面性与准确性。

产品信息感知设备使用射频识别技术和二维码技术,实现产品信息的快速识别和采集,产品名称、生产批号、生产日期、保质期、生产厂家等信息,为产品溯源提供基础数据。感知设备依靠嵌入式模块来完成数据的初步处理和编码,把模拟信号转变为数字信号,从而提高数据传输的效率,而且具有低功耗模式,适合冷链长期监测,降低设备运行成本。

#### 4.2 传输层设计

传输层根据冷链场景的多样性采用有线和无线相结合的混合传输方式,保证数据传输的稳定性以及及时性。对于储存仓库、配送中心等固定场所,采用有线传输方式,以太网、光纤等传输介质实现数据高速稳定传输,避免无线传输受环境干扰;对于运输车辆、配送人员等移动场景,采用无线传输方式,选用窄带物联网、蓝牙、WiFi等通信技术,满足移动场景下数据传输需求。

传输层设置数据传输协议适配模块,实现不同种类的感知设备数据格式统一,保证各种数据可以顺利传输到数据层。同时加入数据校验和重传机制,对传输过程中出现的数据丢失、错误进行校验,发现数据丢失、错误时及时重传,保证数据的完整性。传输层还具有数据加密功能,用对称加密算法对传输数据进行加密处理,防止数据传输过程中泄露和篡改的风险。

#### 4.3 数据层设计

数据层由数据存储模块、数据处理模块、数据挖掘模块三部分组成,对冷链数据进行全方位处理和利用。数据存储模块采用分布式存储架构,把结构化数据和非结构化数据分别存放在关系型数据库和非关系型数据库中,结构化数据包括产品信息、用户信息等,非结构化数据包括监测数据、预警记录等,实现海量数据的安全存储和高效访问。

数据处理模块对传输层传输的数据进行清洗、转换、整合等操作,消除数据中的噪声、异常值、缺失值,把异构数据转换成标准化数据,形成统一的数据集合。数据挖掘模块用关联分析、趋势预测、异常检测等算法,对处理过的海量数据进行深入挖掘,分析冷链环境参数的变化规律,发现异常数据特征,挖掘出潜在的风险隐患,给预警机制的优化以及管理决策的制定提供数据支持。

### 5 系统优势与应用价值

#### 5.1 系统核心优势

系统采用物联网和大数据技术深度融合的方式,克服了传统冷链监控的局限性,实现了冷链全流程无死角监控和智能化管理。感知层高精度设备、全场景部署保证了监测数据的准确性、全面性,为后面的数据分析、预警提供可靠的原始数据。传输层混合传输模式和数据加密机制保证了数据传输的稳定性、及时性、安全性,防止数据丢失、泄露。

数据层的分布式存储、深度挖掘技术,可以对海量冷链数据进行高效处理、利用,从海量数据中发现潜在规律、风险隐患,提高数据的利用价值。应用层差异化功能设计满足了不同用户群体的需求,操作简便、界面友好,降低了用户的使用门槛。与传统的冷链监控系统相比,该系统预警精度高、响应速度快,可以提前预警风险、及时处置,提高冷链管理的智能化水平。

#### 5.2 系统应用价值

从企业层面来说,该系统可以有效地降低食品药品的变质损耗率,减少企业的经济损失,提高企业的管理效率,降低人工巡检成本,提高企业的市场竞争力。企业借助产品溯源功能可以提高产品质量信誉,塑造良好的企业形象,赢得消费者的信任。从行业层面来讲,系统的推广应用可以促使食品药品冷链行业技术升级,健全冷链安全管控体系,规范行业发展秩序,提高整个行业安全管理水平。

从社会层面来讲,系统可以有效地保证食品药品的质量安全,减少由于冷链环节问题造成的食品药品安全事故,保护公众的身体健康和生命安全,提高公众的生活质量。系统应用可以促进物联网、大数据等新兴技术在食品药品行业的融合应用,促进相关产业的发展,有重要的社会价值和经济价值。

### 6 结论

本文以食品药品冷链智能监控预警问题为研究对象,利用物联网、大数据技术,构建出一个完整的食品药品冷链智能监控预警系统,明确了系统的总体架构和各个模块的功能,完成了感知层、传输层、数据层、应用层的详细设计。该系统用物联网技术对冷链全流程环境参数、产品信息进行实时采集,用大数据技术对海量数据进行处理、挖掘、分析,实现了冷链异常情况的精准预警和及时处置,很好地解决了传统冷链监控的痛点问题。

#### [参考文献]

- [1]阮梦黎,周志宇.基于区块链的食品药品智慧冷链关键技术研究[J].信息技术与信息化,2022,(05):133-136.
- [2]阮梦黎,周志宇.基于数据挖掘的食品药品冷链信息智能检测技术研究[J].工业控制计算机,2022,35(05):124-126.