

食品冷链溯源系统中温度与时间关键参数的精准监测及应用效能分析

侯敏龙 陈桂逸 尹庆鹏 梁俊 肖欣
贺州市检验检测中心 广西 贺州 542899

摘要: 食品冷链溯源系统中, 温度与时间作为关键参数, 其精准监测对于保障食品安全、优化冷链管理至关重要。文章探讨了精准监测技术的实施方法, 包括先进传感器与数据采集技术的应用, 以及数据分析与处理流程的优化。通过分析精准监测在提升食品安全品质、优化冷链流程、增强消费者信任及法规遵从等方面的应用效能, 本文揭示其在食品冷链溯源系统中的重要作用, 为行业提供实践指导和理论依据。

关键词: 食品冷链溯源系统; 温度; 时间; 精准监测; 应用效能

引言: 在食品冷链管理中, 温度与时间参数的控制直接关系到食品的安全性与品质。随着消费者对食品安全意识的增强, 以及食品安全法规的日益严格, 对食品冷链溯源系统中温度与时间参数的精准监测提出更高要求。本文旨在探讨精准监测技术在食品冷链溯源系统中的应用效能, 分析其如何通过实时监测与控制关键参数, 来保障食品安全、优化管理流程, 并提升企业的市场竞争力。

1 食品冷链温度与时间参数的理论基础

1.1 温度对食品品质与安全的影响

温度是影响食品品质与安全的关键因素。不同的食品在储藏和保存时都有一个最适合的温度范围, 超过或低于这个范围, 食品的品质和安全性都会受到影响。具体来说: 细菌繁殖需要营养物质、湿度、氧气和温度等条件, 其中温度是最容易控制的因素。食品细菌易滋生的温度是4℃-60℃, 而37℃-42℃是食品的最危险温度, 细菌在此温度下繁殖速度最快。为了保持食品的安全, 通常需要将冷产品的温度控制在4℃以下, 热产品控制在60℃以上。对于冷冻食品, 其储存温度对品质的影响尤为显著, 冷冻食品的T-T-T (Time-Temperature-Tolerance, 时间-温度-容许) 理论指出, 在冻藏温度下, 食品所发生的质量下降与所需的时间存在着一种确定的关系。品质变化取决于温度, 为了保持冷冻食品的品质, 必须从生产者到消费者之间流通的所有环节都维持低的品温, 都有冷藏设施。各类食品都有其适宜的冷藏温度。例如, 肉类通常要求保存在0℃至4℃的低温环境中以减缓细菌生长; 水果和蔬菜的保鲜温度通常在0℃至10℃之间, 以保持新鲜度并避免冷冻导致的细胞破裂和营养流失; 奶制品应保存在4℃以下的冷藏环境中, 而冷

饮则需要-18℃以下的冷冻环境中保存。

1.2 时间参数在食品冷链中的意义

时间参数在食品冷链中同样具有重要意义。在冷链物流中, 产品最终质量取决于在冷链中的储藏与流通的时间、温度和产品耐藏性, 这被称为“3T原则”。具体来说: 时间是影响食品品质的一个重要因素, 在整个贮运阶段中, 由冻藏和运输过程 (在不同的温度条件下) 所引起的质量下降是积累性的, 并且是不可逆的。这意味着食品在冷链中的流通时间越长, 其品质下降的程度就越大^[1]。为了保持食品的品质和安全, 需要在冷链中对时间进行严格管理。还需要对冷藏车的装载量、入库时间、处理方式和出库时间等进行合理规划和管理, 以确保食品在整个冷链过程中的品质和安全。

2 食品冷链溯源系统概述

食品冷链溯源系统是一个集成了物联网、云计算和大数据等先进技术的综合管理系统。该系统旨在实现对食品从生产、加工、包装、储存到运输和销售等全过程的实时监控和追溯。通过这一系统, 消费者和监管机构可以清晰地了解食品的来源、流转路径和质量状况, 从而确保食品的安全性和可追溯性。

2.1 溯源系统的基本原理

溯源系统的基本原理是通过物联网技术, 将食品在生产、加工、储存、运输和销售等各个环节中的关键信息实时采集并上传到云端数据库。这些信息包括但不限于食品的生产日期、批次号、原料来源、加工过程、储存条件、运输时间和温度等。当消费者或监管机构需要追溯某一批次食品的信息时, 系统可以迅速从云端数据库中调取相关记录, 并展示完整的食品流转链条。具体来说, 溯源系统通常会在食品包装上附加二维码或RFID

基金项目: 贺州市科技项目 (贺科技2024013)

标签, 这些标签中包含了食品的唯一标识和相关信息。在食品流转的各个环节中, 通过扫描或读取这些标签, 系统可以自动采集和记录相关信息, 系统还会利用传感器等设备对储存和运输过程中的温度、湿度等环境参数进行实时监控, 并将这些数据与食品信息关联起来, 形成完整的溯源信息链。

2.2 现有溯源系统的不足

尽管食品冷链溯源系统在保障食品安全和可追溯性方面发挥了重要作用, 但现有系统仍存在一些不足之处: (1) 信息孤岛问题。由于不同环节之间的信息传递可能存在延误或疏漏, 导致溯源信息的不完整或断裂。这使得消费者在追溯食品信息时可能无法获取到完整的流转链条。(2) 技术标准不统一。目前, 食品冷链溯源系统的建设还缺乏统一的技术标准和规范。不同企业可能采用不同的技术设备和数据格式, 导致信息无法互通共享, 增加追溯的难度和成本。(3) 成本高昂。建立和维护一个有效的溯源系统需要投入大量的资金和人力资源。这对于一些小型企业来说可能是一个沉重的负担, 限制溯源系统的普及和应用。(4) 依赖人工录入。尽管物联网技术已经得到广泛应用, 但现有溯源系统仍在一定程度上依赖人工录入数据。这不仅降低信息的准确性和时效性, 还增加出错的风险。

3 精准监测温度与时间参数的技术方法

3.1 温度传感器与数据采集技术

温度传感器是精准监测温度参数的核心设备。随着科技的发展, 温度传感器的种类和功能不断增多, 为不同应用场景提供了多样化的选择。传统接触式温度传感器; 这类传感器通常使用热电偶、热电阻等原理进行测量。它们具有测量精度高的优点, 通常能够达到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 甚至更低的误差范围。接触式传感器需要在被测物体上进行安装, 可能会对被测物体造成一定的损坏, 且安装维护成本较高。在腐蚀性、高压等恶劣环境下, 接触式传感器的使用寿命可能会受到影响。非接触式温度传感器; 为了克服接触式传感器的局限性, 非接触式温度传感器应运而生。这类传感器通过红外辐射、激光等方式测量温度, 无需与被测物体直接接触。常见的非接触式温度传感器包括红外测温仪、光纤温度计等。非接触式传感器具有测量速度快、对被测物体无损伤、适用范围广等优点。但相对而言, 其测量精度可能略低, 一般只能达到 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 甚至更高的误差范围。为了提高测量精度, 现代非接触式传感器通常采用先进的算法和校准技术来修正误差。数据采集技术; 在温度监测过程中, 数据采集技术同样至关重要。现代数据采集系统通常集成了多

种传感器接口和数据通信协议, 能够实时、准确地采集温度数据。数据采集系统还可以对原始数据进行预处理和滤波, 实时监测冷链系统中温度的均匀性和波动性。数据采集系统通常具有远程监控和报警功能, 当温度超出预设范围、温度不均匀或波动性超标时, 系统能够自动触发报警, 及时通知相关人员进行处理。

3.2 时间参数记录与分析技术

时间参数在食品冷链、工业生产等领域同样具有重要意义。为了精准记录和分析时间参数, 需要采用先进的技术方法。手动计时方法; 虽然简单直接, 但手动计时方法可能不够精确且费时费力。这种方法在需要高精度时间记录的场景下显然不够适用。自动化时间记录与分析系统; 为了克服手动计时的局限性, 现代工业和科学研究中通常采用自动化时间记录与分析系统。这类系统能够自动记录各种操作的响应时间、处理时间等关键时间参数, 并生成详细的报告。自动化时间记录系统通常与数据采集系统相结合, 能够实时采集和处理温度与时间数据, 为决策提供有力支持。数据分析与可视化; 在记录时间参数的基础上, 还需要进行数据分析与可视化。通过数据分析, 可以发现时间参数与温度、生产效率等关键因素之间的关联性和趋势。可视化技术则能够将复杂的数据以直观、易懂的方式呈现出来, 帮助相关人员快速理解数据背后的含义和规律。

3.3 数据存储与查询技术

在精准监测温度与时间参数的过程中, 大量的数据需要被存储和查询。为了确保数据的完整性和可追溯性, 需要采用高效的数据存储与查询技术。随着数据量的不断增加, 传统的集中式存储方式已经难以满足需求。分布式存储技术将数据分散存储在多个存储设备上, 通过分布式算法实现数据的访问和管理。这种技术不仅提高了数据的可靠性和扩展性, 还降低了存储成本。时序数据库专门用于存储时间序列数据, 具有高效的数据写入、查询和存储能力^[2]。在温度与时间参数监测中, 时序数据库能够存储大量的温度和时间数据, 并支持快速查询和分析。常见的时序数据库包括InfluxDB、OpenTSDB等。在数据存储的基础上, 还需要进行数据查询与优化, 现代数据存储系统通常提供丰富的查询语言和接口, 支持复杂的数据查询和分析操作。通过优化查询算法和数据结构, 可以进一步提高数据查询的效率和准确性。为了保障数据的安全性, 还需要采用数据加密、备份和恢复等技术措施。

4 精准监测在食品冷链溯源系统中的应用效能分析

4.1 提升食品安全与品质

在食品冷链中,温度是影响食品安全与品质的关键因素。精准监测技术的应用,通过实时、准确地监测食品在储存、运输过程中的温度均匀性和波动性,确保了食品始终处于适宜的温度环境中。这不仅有效防止了因温度不当而导致的食品腐败、细菌滋生等问题,还保障了食品的营养成分和口感。精准监测还能及时发现并处理异常情况,如货物堆放方式是否有利于冷空气流通、运输或储存中外界温度波动对系统的影响、冷藏设备的制冷速度和温控系统的灵敏度不足、温度超标等,从而避免了潜在的安全隐患。因此,精准监测技术的应用显著提升了食品的整体安全与品质,为消费者提供了更加健康、安全的食品选择。对于易腐食品而言,精准监测的意义尤为重大,这些食品对温度条件极为敏感,稍有不慎就可能导致食品变质。通过精准监测,可以实时掌握食品的温度状态,确保其在整个冷链过程中始终处于最佳储存条件。对于需要特殊温度控制的食物,如冷冻食品、冷藏药品等,精准监测技术更是不可或缺。它确保了这些食品在储存和运输过程中的温度稳定性,从而保障了其品质 and 安全性。

4.2 优化冷链管理

精准监测技术的应用不仅提升了食品安全与品质,还极大地优化了冷链管理。通过实时监测食品在冷链中的各个环节,包括储存、运输、加工等,管理者可以全面了解食品的状态和流转情况。这有助于及时发现并解决潜在问题,如实时采集不同位置的温度数据,识别温度不均匀区域,溯源系统记录温度变化趋势,识别温度波动原因等,从而避免了因管理不善而导致的食品损失和安全隐患。精准监测技术还提供丰富的数据支持,为冷链管理的决策提供有力依据。通过对这些数据的分析,管理者可以了解食品在冷链中的温度波动情况、储存时间等关键信息,进而制定出更加科学合理的冷链管理策略。这些措施的实施不仅提高冷链管理的效率和准确性,还降低运营成本,提升整体竞争力。

4.3 消费者信任与品牌形象提升

精准监测技术的应用展示了企业对食品安全和品质的承诺与追求,这种负责任的态度和行动不仅赢得消费

者的认可和信赖,还提升了企业的品牌形象和声誉。通过溯源系统,消费者可以清晰地了解食品的来源、生产过程、储存条件以及运输路径等关键信息。这些信息不仅让消费者更加放心地购买和食用食品,还增强他们对品牌的忠诚度和信任感。在竞争激烈的市场环境中,良好的品牌形象和声誉是企业的重要资产,有助于吸引更多消费者和合作伙伴,推动企业的持续发展和壮大。

4.4 法规遵从与风险降低

精准监测技术的应用还确保企业对食品安全法规的遵从,并降低潜在的风险。随着食品安全法规的不断完善和严格,企业对食品安全的监管要求也越来越高。精准监测技术通过实时监测食品在冷链中的温度和时间参数,确保食品始终符合法规要求的安全标准。这不仅避免因违规操作而导致的法律风险和经济损失,还提升企业的合规性和竞争力。精准监测技术还有助于企业及时发现并处理潜在的安全隐患和风险点,通过对监测数据的分析和比对,企业可以了解食品在冷链中的异常情况,如温度超标、储存时间过长等,从而采取及时的纠正措施,避免食品安全问题的发生。这种主动的风险管理和预防措施不仅降低企业的运营风险,还提升整体的安全性和稳定性。

结束语

食品冷链溯源系统中温度与时间关键参数的精准监测,对于确保食品安全、优化冷链管理、提升消费者信任及品牌形象具有不可估量的价值。随着技术的不断进步,精准监测将更加智能化、高效化,为食品冷链行业带来革命性的变革。未来,应继续深化精准监测技术的研究与应用,以科技力量守护食品安全,推动食品冷链行业的可持续发展,共创更加健康、安全、高效的食品供应链未来。

参考文献

- [1]雷梦婷,薛亮.基于物联网的冷链运输管理信息系统设计[J].软件工程,2022,25(1):4-5.
- [2]丁小磊,马忠原.基于信息云平台的疾控机构冷链设备温度监控研究[J].江苏卫生事业管理,2022,33(5):4-5.