

信息化追溯系统在动物检疫管理中的应用与优化研究

李 碧

湖南省祁阳市大忠桥镇农业综合服务中心 湖南 永州 426100

摘 要: 本文系统梳理了信息化追溯系统的基本架构、关键技术及其在动物检疫各环节(养殖、运输、屠宰、流通)中的具体应用现状,深入剖析当前系统建设中存在的数据孤岛、标准不统一、基层覆盖不足、信息真实性保障机制缺失等核心问题。在此基础上,从制度完善、技术融合、标准统一、主体协同四个维度提出优化路径,并结合区块链、物联网、人工智能等新兴技术的发展趋势,探讨未来动物检疫信息化追溯体系的智能化演进方向。研究表明,构建“全链条、可追溯、可预警、可协同”的智慧动物检疫管理体系,是保障动物健康、食品安全和公共卫生安全的重要支撑。

关键词: 信息化追溯系统; 动物检疫; 全链条监管; 区块链; 物联网; 标准体系

引言

动物源性食品是优质蛋白重要来源,其质量安全关乎民众健康与生命安全。近年来,口蹄疫、非洲猪瘟等重大动物疫病全球频发,带来巨大经济损失,还严重威胁公共卫生安全。传统动物检疫管理依赖纸质记录、人工核查和事后抽检,存在信息滞后、追溯难、监管盲区多等弊端,难以实现“农场到餐桌”全过程有效监控。在此形势下,信息化追溯系统出现,它集成信息技术,为动物个体或批次赋予唯一标识,实时采集、传输、存储、分析养殖到销售各环节关键信息,做到来源可查、去向可追、责任可究。自2006年《农产品质量安全法》实施,我国逐步推进动物标识及疫病可追溯体系建设,但整体尚处发展阶段,系统效能未充分发挥。故而,深入研究信息化追溯系统在动物检疫管理中的应用现状、问题及优化路径,对提升我国动物疫病防控能力、保障食品安全、推动畜牧业高质量发展,兼具重要理论与现实意义。

1 信息化追溯系统的基本架构与关键技术

1.1 系统基本架构

一个完整的动物检疫信息化追溯系统通常由感知层、网络传输层、数据处理与存储层以及应用服务层四部分构成,形成从数据采集到服务输出的闭环体系。感知层作为系统的前端,承担着对动物个体或群体基础信息和动态行为的实时采集任务,主要依托电子耳标、二维码标签、环境传感器、视频监控设备及移动终端等硬件设施,确保源头数据的真实性和时效性^[1]。这些设备所获取的信息通过网络传输层,借助4G/5G、NB-IoT、LoRa等有线或无线通信技术,稳定高效地传送到后端数据中心。在数据处理与存储层,系统利用分布式数据库、云计算平台及大数据处理引擎对海量异构数据进行清洗、整合、归档

与分析,不仅支持高频次的实时查询,也为历史回溯和智能预警提供坚实的数据底座。最终,应用服务层面向政府监管部门、养殖企业、屠宰场、流通商乃至终端消费者,提供检疫申报、免疫记录管理、运输轨迹追踪、肉品品质验证、风险预警推送等多样化功能,用户可以通过Web端、移动应用程序或小程序便捷接入,实现全链条信息的透明化与可操作化。

1.2 关键技术支撑

信息化追溯系统的高效运行离不开多项关键技术的协同支撑。自动识别技术(AIDC)构成了系统身份绑定的基础,其中RFID和二维码因其非接触读取、批量识别或低成本易部署等优势,被广泛应用于养殖场耳标佩戴和流通环节标签打印,有效解决了动物个体身份混淆的问题。物联网(IoT)技术则进一步拓展了数据采集的维度,通过在圈舍、运输车辆中部署温湿度、氨气浓度、活动量等传感器,实现对动物生存环境与生理状态的连续监测,为疫病早期发现提供依据。地理信息系统(GIS)与北斗/GPS定位技术的结合,使得跨区域调运动态可视化成为可能,监管部门可精准掌握运输路线是否合规,有效遏制非法转运行为。在数据价值挖掘层面,大数据分析人工智能技术通过对历史疫情、免疫覆盖率、气候条件等多源数据的深度学习,构建出具有预测能力的疫病传播模型,辅助决策者提前布防。尤为值得关注的是,区块链技术凭借其去中心化、不可篡改和可追溯的特性,正在成为解决信息信任危机的关键工具,尤其适用于涉及多方参与、权责复杂的动物产品供应链场景,能够显著提升整个追溯链条的可信度与公信力。

2 信息化追溯系统在动物检疫管理中的应用现状

2.1 养殖环节

在养殖阶段,信息化系统主要用于建立动物个体档

案。通过佩戴电子耳标,记录品种、出生日期、父母信息、免疫记录、用药情况、饲料来源等。部分大型养殖场已实现自动化饲喂、环境监控与疫病监测联动,一旦发现异常(如体温升高、采食量下降),系统自动报警并推送至兽医或监管部门^[2]。例如,农业农村部推行的“畜禽标识及疫病可追溯体系”要求对生猪、牛、羊等实施强制免疫并佩戴二维码耳标,相关信息上传至国家追溯平台。

2.2 运输环节

信息化追溯系统在此阶段主要发挥过程监管与轨迹追踪作用。根据现行规定,从事活畜运输的车辆需安装具备定位功能的车载终端,并在启运前通过专用APP完成电子申报,录入启运地、目的地、承运人、动物种类及数量、检疫证明编号等信息。系统随即生成电子运输备案单,并实时上传车辆位置、行驶速度、停留时长等动态数据。监管部门可通过后台平台随时调取运输轨迹,判断车辆是否偏离备案路线、是否进入疫区或存在中途非法卸载行为。2020年非洲猪瘟防控期间,多地启用“牧运通”等APP,实现生猪运输备案、检疫证明电子化、轨迹追踪一体化,显著提升了监管效率。

2.3 屠宰与流通环节

屠宰场作为动物进入食品链的关键节点,需对接追溯系统,核验动物来源、检疫证明、运输信息等。合格产品生成带有追溯码的肉品品质检验合格证,消费者可通过扫码查看该批次肉品的养殖、检疫、屠宰全流程信息。在流通环节,批发市场、超市、餐饮企业逐步接入追溯平台,实现“票证电子化、信息可查”。部分地区已试点“一码通行”,打通从养殖到消费的全链条数据。

2.4 监管与应急响应

对于政府监管部门而言,信息化追溯系统不仅是日常监管的工具,更是突发疫情应急处置的重要支撑。通过平台汇聚的全域数据,监管人员可实时掌握辖区内各类动物的存栏量、强制免疫覆盖率、检疫申报率等核心指标,及时发现薄弱环节。一旦市场上检出问题产品,系统可在数分钟内反向锁定其来源养殖场、运输车辆及关联批次,实现精准召回,避免因信息不明导致的大范围封控和资源浪费。在重大动物疫情暴发时,系统基于历史移动轨迹数据,结合流行病学模型,可快速模拟疫病可能的传播路径与影响范围,为划定疫点、实施扑杀、设置封锁区等应急措施提供科学依据,显著提升疫情防控的响应速度与决策质量。

3 当前存在的主要问题与挑战

尽管信息化追溯系统取得一定成效,但在实际运行

中仍面临诸多瓶颈:

3.1 数据孤岛现象严重

各级农业农村部门、市场监管部门、海关、企业自建系统之间缺乏有效对接,数据标准不一,接口封闭,导致“信息烟囱”林立。例如,养殖端数据无法自动同步至屠宰端,消费者扫码仅能看到片段信息,无法形成完整链条。

3.2 标准体系不健全

目前尚无全国统一的动物追溯数据元标准、编码规则、接口协议和技术规范。各地自行其是,造成系统互操作性差,跨区域追溯困难。耳标编码格式、数据字段定义、时间戳格式等均存在差异。

3.3 基层覆盖与使用能力不足

广大中小养殖户、农村散养户因成本、技术、意识等原因,难以有效接入系统。部分基层兽医站设备老旧,人员信息化素养不高,导致数据录入不及时、不准确,甚至“补录”“虚报”现象频发。

3.4 信息真实性与防伪机制薄弱

现有系统多为中心化数据库,存在被篡改、删除的风险。部分不法分子伪造电子检疫证明、篡改运输轨迹,逃避监管。缺乏有效的身份认证和数据存证机制,难以保障信息的真实可信。

3.5 激励与约束机制缺失

对主动接入追溯系统的企业缺乏实质性政策激励(如补贴、优先审批、品牌溢价);对未履行追溯义务的主体处罚力度不足,导致“劣币驱逐良币”。

4 信息化追溯系统的优化路径

4.1 强化顶层设计,推动制度协同

要破解当前碎片化困境,必须从国家层面强化顶层设计,推动跨部门制度协同。应尽快制定并颁布《动物产品全程追溯管理办法》,以法规形式明确养殖、运输、屠宰、销售各环节主体的追溯义务,并强制要求规模养殖场、定点屠宰场等关键节点接入统一平台。同时,建立由农业农村部牵头,联合市场监管总局、国家卫健委、海关总署等部门的常态化协调机制,打破行政壁垒,推动检疫、流通、消费等环节数据的互联互通,实现“一网统管、一码通行”^[3]。此外,应将企业追溯履责情况纳入社会信用体系,与农业补贴发放、金融信贷支持、市场准入资格等挂钩,形成“守信激励、失信惩戒”的长效机制,激发市场主体主动参与的积极性。

4.2 统一技术标准,构建互联互通生态

技术标准的统一是实现系统互联互通的前提。亟需加快制定并强制实施涵盖数据元定义、电子耳标编码规

则、信息交换接口协议等在内的国家标准体系，确保全国范围内“一把尺子量到底”。在此基础上，应加快建设国家级动物追溯主干平台，作为数据交换的核心枢纽，向下兼容地方现有系统，向上对接国家食品安全追溯平台，形成纵向贯通、横向协同的全国一张网。同时，针对中小养殖户接入难的问题，应大力推广轻量化、低成本的终端解决方案，例如开发支持NFC功能的智能手机APP，使其无需专用读写设备即可完成耳标信息读取与上传，显著降低使用门槛。

4.3 引入区块链与隐私计算，保障数据可信

为解决信息真实性与防伪难题，应积极探索区块链与隐私计算技术的融合应用。可构建由政府机构、龙头企业、第三方认证机构共同参与的联盟链网络，将动物免疫、检疫、运输启停等关键操作记录上链存证，利用区块链不可篡改的特性确保数据真实可信。同时，采用零知识证明、联邦学习等隐私计算技术，在不泄露企业商业秘密或个人敏感信息的前提下，实现跨主体数据的安全协同分析，既保护隐私又释放数据价值^[4]。此外，应对兽医、运输司机、屠宰检验员等关键岗位人员实施“数字身份+数字签名”认证机制，确保每一项操作均可追溯到具体责任人，强化操作规范性与问责效力。

4.4 深化智能技术融合，提升预警与决策能力

未来追溯系统的发展方向应从“记录型”向“智能型”跃升。可通过整合气象、地理、养殖密度、历史疫情等多维数据，构建基于机器学习的动物疫病智能预警模型，实现对高风险区域的动态识别与提前布防。在屠宰环节，可部署AI视觉识别系统，利用高清摄像头自动捕捉胴体表面病变、出血点、淋巴结肿大等异常特征，辅助官方兽医提高检疫效率与准确性。更进一步，可探索建设“数字孪生牧场”，通过虚拟映射真实养殖场景，模拟不同管理策略（如疫苗接种方案、隔离措施）对疫病传播的影响，为优化防控决策提供仿真试验平台。

4.5 加强能力建设与公众参与

系统的有效运行离不开人的支撑。应加强对基层兽医和养殖户的信息化培训，提升其系统操作能力、数据录入规范意识及对追溯价值的认知水平。同时，开发界面友好、功能简洁的消费者端应用程序，鼓励公众通过扫码查询产品信息，形成“用脚投票”的市场倒逼机制，促使企业主动提升追溯履责水平。此外，政府应定期在官方网站开设追溯信息公开专栏，发布动物疫病风险地图、企业追溯履责排名、典型违法案例等信息，增强社会监督力度，营造全民参与、共建共治的良好氛围。

5 结语

信息化追溯系统是现代动物检疫管理体系不可或缺的数字基石。当前，我国虽已在系统建设方面取得阶段性成果，但仍受制于数据割裂、标准缺失、基层薄弱、信任机制不足等深层次问题。未来，必须坚持制度创新与技术创新双轮驱动，通过强化顶层设计、统一技术标准、引入区块链与人工智能等前沿技术，构建覆盖全链条、主体多元、数据可信、智能高效的动物检疫信息化追溯体系。唯有如此，才能真正实现“防得住、检得出、溯得清、控得准”的动物疫病防控目标，为保障食品安全、维护公共卫生安全和推动畜牧业高质量发展筑牢坚实的数字防线。

参考文献

- [1]刘楚,罗立彦.动物检疫信息化管理系统的建设与实践探索[J].北方牧业,2025,(12):8.
- [2]胡利兵,李惠琳.信息化技术在动物检疫与兽医监管中的应用[J].畜牧业环境,2025,(15):59-60.
- [3]刁宁波.基层动物检疫工作信息化建设现状与对策[J].今日畜牧兽医,2022,38(09):41-42.
- [4]罗正勤,王崇强,关超.动物检疫智慧化信息技术对行业监管的影响[J].北方牧业,2024,(24):4.