

现代畜牧兽医信息技术在疫病监测与管理中的应用

雷殿祥

乌审旗苏力德苏木综合保障和技术推广中心 内蒙古自治区 鄂尔多斯 017300

摘要: 随着全球畜牧业向集约化、规模化方向快速发展,动物疫病的爆发与传播对产业安全、公共卫生及国际贸易构成了严峻挑战。传统的疫病监测与管理模式在时效性、精准性和前瞻性方面已难以满足现代畜牧业的发展需求。在此背景下,以物联网(IoT)、大数据、人工智能(AI)、区块链和5G等为代表的现代信息技术正以前所未有的深度和广度融入畜牧兽医领域,催生了智慧兽医的新范式。本文系统梳理了现代畜牧兽医信息技术的核心构成,深入探讨其在动物个体身份识别、健康状态实时监测、疫病早期预警、疫情精准溯源、防控决策支持及疫苗/药物管理等关键环节的应用。同时,文章也客观分析了当前技术应用中面临的基础设施、数据壁垒、成本效益、专业人才及伦理法规等现实挑战,并对未来发展趋势进行了展望。研究表明,构建一个集“感知-传输-分析-决策-执行”于一体的智能化疫病监测与管理体系统,是提升我国乃至全球动物卫生水平、保障畜牧业高质量发展的必由之路。

关键词: 畜牧兽医; 信息技术; 疫病监测; 疫病管理; 物联网; 大数据; 人工智能

引言

畜牧业是农业经济关键支柱,关乎从业者生计与社会稳定。但动物疫病如高致病性禽流感、非洲猪瘟等,一旦爆发,会造成经济损失、食品安全问题,还可能引发公共卫生危机。世界动物卫生组织数据显示,全球每年因动物疫病直接损失数千亿美元。传统疫病防控依赖被动报告、临床观察和实验室检测,存在滞后、主观、局部等缺陷。养殖户发现动物有明显症状时,病原体可能已广泛传播,错过最佳干预时机。且疫情发生后,因缺乏个体追踪数据,溯源工作耗时费力,防控效率低下。21世纪,第四次工业革命浪潮涌起,现代信息技术发展迅猛,为破解难题带来新思路与工具。将传感器等深度嵌入畜牧业生产全链条,能实现动物健康全天候、无接触、精细化感知,高效整合分析海量数据,让疫病防控从“被动响应”转向“主动预警”和“精准干预”。这不仅是技术革新,更是治理理念转变。因此,研究现代畜牧兽医信息技术在疫病监测与管理中的应用意义重大。

1 现代畜牧兽医信息技术的核心构成

现代畜牧兽医信息技术并非单一技术的孤立应用,而是一个多技术融合、多层次协同的复杂生态系统。其核心构成主要包括以下几个方面:

1.1 物联网(IoT)与智能感知层

物联网是整个体系的“感官”和“神经末梢”。它通过在养殖环境(如温湿度、氨气、二氧化碳传感器)、动物个体(如可穿戴设备、植入式芯片)以及物流运输环节部署大量微型传感器和RFID(射频识别)标签,实现对物理世界的全面、实时数据采集^[1]。例如,安装在牛耳

标上的温度传感器可以每分钟记录一次体温,项圈中的加速度计和陀螺仪可以监测其活动量和反刍行为。这些设备构成了一个庞大的感知网络,为后续的数据处理和分析提供了原始素材。

1.2 高速通信网络(5G/6G与LPWAN)

采集到的海量数据需要通过高效、可靠的通信网络进行传输。5G技术以其超高速率、超低时延和海量连接的特性,能够支持农场内高清视频监控、无人机巡检以及大规模传感器数据的实时回传。而对于分布广泛、功耗敏感的远程牧场或散养场景,LoRa、NB-IoT等低功耗广域网(LPWAN)技术则能以较低的成本实现长距离、低带宽的数据通信,确保了信息传输的全覆盖。

1.3 大数据平台与云计算

来自不同源头(个体传感器、环境监测器、实验室检测报告、市场交易记录、气象卫星数据等)的数据格式各异、体量巨大。大数据平台负责对这些异构数据进行清洗、整合、存储和管理。云计算则提供了强大的弹性计算资源,使得对TB甚至PB级数据的处理成为可能。云平台打破了地域限制,使兽医专家、政府监管机构和养殖企业能够随时随地访问和分析数据,实现了资源共享与协同工作。

1.4 人工智能(AI)与机器学习(ML)

AI和ML是整个体系的“大脑”。通过对历史数据的学习,机器学习模型能够识别出动物正常生理行为的基线模式。当实时监测数据偏离该基线时,系统即可自动发出预警。更进一步,深度学习算法可以从复杂的多维数据中挖掘出人眼难以察觉的潜在关联和规律,用于构

建高精度的疫病预测模型。例如，结合天气、地理位置、动物移动轨迹和历史疫情数据，AI可以预测未来一段时间内特定区域爆发某种疫病的风险概率。

1.5 区块链技术

在疫病溯源和供应链透明化方面，区块链技术发挥着不可替代的作用。其去中心化、不可篡改和可追溯的特性，确保了从动物出生、饲养、免疫、运输到屠宰、销售的每一个环节信息都被真实、完整地记录在一个共享账本上。一旦发生疫情，监管部门可以在几分钟内精准定位所有风险批次的产品和相关动物，极大地提高了应急响应速度和准确性，同时也有助于重建消费者信心。

2 信息技术在疫病监测中的具体应用

2.1 动物个体身份识别与全生命周期管理

精准的个体识别是智能化管理的前提。基于RFID或二维码的电子耳标、脚环等标识技术，为每只动物赋予了唯一的“数字身份证”。这个ID贯穿其从出生到死亡的整个生命周期，所有与其相关的健康、免疫、用药、繁殖等信息都与该ID绑定。这不仅便于日常管理，更重要的是为疫病监测提供了最基础的数据单元^[2]。当某只动物被确诊感染时，系统可以立即调取其完整的活动轨迹和接触史，为流行病学调查提供坚实依据。

2.2 健康状态实时监测与异常行为识别

现代可穿戴设备能够持续监测多项关键生理指标：(1) 体温监测：发热是许多传染病的首要征兆。植入式或可穿戴体温传感器可以实现连续、精准的体温监控，比人工测温更及时、更客观。(2) 活动量与行为分析：通过加速度计和GPS模块，可以量化动物的行走步数、躺卧时间、采食频率等。AI算法能够学习每只动物的行为习惯，一旦出现食欲减退、活动减少、跛行等异常行为，系统会自动标记并预警。(3) 声音与图像识别：安装在畜舍的麦克风阵列可以捕捉动物的咳嗽、喘息等声音，AI模型能从中识别出呼吸道疾病的早期迹象。同样，计算机视觉技术可以通过摄像头分析动物的体态、皮肤状况、排泄物形态等，辅助诊断多种疾病。

2.3 环境智能监控与风险因子评估

动物健康与其所处的微环境密切相关。遍布畜舍的环境传感器网络可以实时监测温度、湿度、光照、有害气体（如氨气、硫化氢）浓度等参数。当环境指标超出预设的安全阈值时，系统会自动联动通风、降温或除臭设备进行调节。更重要的是，大数据分析可以揭示环境因素与特定疫病发生之间的统计学关联，从而将环境管理纳入疫病综合防控策略之中。

2.4 基于大数据的疫病早期预警与风险预测

这是信息技术赋能疫病监测的最高阶应用。通过整合以下多源数据：(1) 内部数据：养殖场内的个体健康数据、环境数据、生产性能数据。(2) 外部数据：周边地区的疫情通报、野生动物迁徙路线、气象与气候数据、活畜及产品流通数据、社交媒体舆情等。利用时空分析、图神经网络等先进算法，可以构建动态的疫病风险地图。例如，一个集成模型可能会判断：“在未来72小时内，A县B镇C养殖场因近期有外地引种记录、当地气温骤降且湿度升高，爆发蓝耳病的风险等级为‘高’。”这种前瞻性的预警能力，使得养殖场和兽医部门能够提前部署生物安全措施，将疫情扼杀在萌芽状态。

3 信息技术在疫病管理中的具体应用

3.1 疫情精准溯源与快速响应

当疫情不幸发生时，时间就是生命。基于前述的个体身份识别和区块链记录，溯源过程变得异常高效。假设一批猪肉被检出含有某种病原体，监管部门只需扫描产品包装上的二维码，即可瞬间回溯到具体的屠宰场、运输车辆、育肥场，乃至是哪一头生猪^[3]。这种“从餐桌到农场”的全程追溯能力，能够最大限度地缩小封锁和扑杀范围，减少不必要的经济损失，同时迅速切断传播链。

3.2 智能化诊断辅助与远程兽医服务

AI驱动的诊断辅助系统正在成为兽医的得力助手。兽医可以通过移动APP上传动物的症状描述、照片、视频甚至听诊录音，系统会利用训练好的深度学习模型，结合全球最新的兽医学知识库，给出可能的疾病列表及其概率，并推荐相应的初步处理方案。这对于偏远地区或基层兽医站而言，极大地弥补了专业人才的不足，提升了诊疗水平。

3.3 科学化免疫与用药管理

信息技术有助于实现精准免疫和科学用药。基于个体ID的管理系统可以自动生成免疫日程表，并在到期前向养殖户发送提醒。同时，系统会记录每次免疫的疫苗批号、剂量和操作人员，确保免疫程序的规范执行。在用药方面，系统可以监控药物使用情况，防止滥用抗生素，并根据药敏试验结果和动物体重，智能计算最佳给药方案，提高治疗效果，减少耐药性风险。

3.4 防控决策支持与资源优化配置

在区域或国家层面，政府兽医主管部门可以利用大数据可视化平台，宏观掌握辖区内所有养殖场的生物安全状况、免疫覆盖率、疫情风险等级等信息。在制定扑杀、隔离、消毒、检疫等重大决策时，决策者可以基于模拟推演的结果，选择最优方案。例如，通过模拟不同交通管制策略对疫情扩散的影响，可以科学划定疫点、

疫区和受威胁区,实现防控资源(如消毒剂、防护服、人力)的最优化配置。

4 面临的挑战与对策

4.1 挑战

尽管前景广阔,但现代畜牧兽医信息技术的广泛应用仍面临诸多挑战:(1)基础设施与成本障碍:在广大农村和欠发达地区,网络覆盖不全、电力供应不稳定是普遍问题。同时,部署一套完整的智能监测系统(包括硬件设备、软件平台和维护服务)对于中小型养殖户而言,初始投入成本较高,投资回报周期较长,抑制了其采用意愿^[4]。(2)数据孤岛与标准缺失:目前,不同厂商的设备和系统之间往往互不兼容,数据格式五花八门,形成了一个“数据孤岛”。缺乏统一的行业数据标准和接口协议,严重阻碍了数据的互联互通和价值挖掘。(3)专业人才匮乏:既懂畜牧兽医又精通信息技术的复合型人才极度稀缺。许多养殖户和基层兽医缺乏操作和维护复杂信息系统的能力,导致先进技术“水土不服”,难以发挥应有效能。(4)数据安全、隐私与伦理问题:海量的动物个体数据和养殖场经营数据蕴含巨大价值,但也带来了数据泄露、滥用和被恶意攻击的风险。如何界定数据的所有权、使用权和收益权,以及在利用AI进行决策时如何保证其公平性和可解释性,都是亟待解决的伦理和法律问题。

4.2 对策建议

(1)政府引导与政策扶持:通过财政补贴、税收优惠等方式,降低养殖户的技术采纳门槛;加强农村信息基础设施建设。(2)推动标准化建设:由行业协会或政府部门牵头,制定统一的数据采集、传输、存储和交换标准。(3)加强人才培养与科普教育:在农业院校增设交叉学科课程,同时开展面向一线从业者的技能培训。

(4)完善法律法规:建立健全数据安全、隐私保护和AI伦理相关的法律法规,为技术创新提供健康的制度环境。

5 结语

现代畜牧兽医信息技术正在深刻重塑动物疫病监测与管理的格局。通过构建一个深度融合物联网、大数据、人工智能和区块链等前沿科技的智能化体系,我们得以实现从“经验驱动”到“数据驱动”、从“被动应对”到“主动预防”的历史性跨越。这不仅能够显著提升疫病防控的效率和精准度,降低经济损失,更能从根本上增强畜牧业的韧性与可持续性,为保障国家粮食安全和公共卫生安全构筑起一道坚实的数字防线。展望未来,随着技术的不断迭代成熟,畜牧兽医信息技术的应用将更加深入和普及。边缘计算(Edge Computing)的发展将使数据处理更靠近数据源,减少延迟;数字孪生(Digital Twin)技术有望为每个养殖场创建一个虚拟镜像,用于模拟和优化各种管理策略;而基因组学与信息技术的结合,则可能开启基于个体遗传背景的精准确健康管理新时代。可以预见,在不久的将来,“智慧兽医”将成为现代畜牧业不可或缺的核心竞争力,引领全球动物卫生事业迈向一个更加安全、高效、绿色的新纪元。

参考文献

- [1]陈兵.电子信息技术在畜牧兽医领域的应用[J].农业工程技术,2024,44(08):87-88.
- [2]程瑞.信息技术在动物疫病治疗中的应用策略[J].农业工程技术,2024,44(08):113-114.
- [3]王启峰.信息监测技术在动物疫源疫病监测工作中的应用及前景[J].农业工程技术,2024,44(11):25-26.
- [4]何维坚.动物疫病防控与信息技术应用[J].今日畜牧兽医,2022,38(10):7-8+72.